RETScreen® International
Centre d'aide à la décision sur les énergies propres
www.retscreen.net

Logiciel RETScreen®

Manuel de l'utilisateur en ligne

NASA

PNUE

GEF

Modèle pour projets de chauffage solaire passif

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Canada

Contexte

Ce document est la version imprimable du manuel de l'utilisateur en ligne du logiciel RETScreen®. Le manuel de l'utilisateur en ligne est un fichier d'aide intégré au logiciel. L'utilisateur télécharge automatiquement ces fichiers d'aide du manuel en ligne en téléchargeant le logiciel RETScreen.

Reproduction

Ce document peut être reproduit entièrement ou partiellement sous n'importe quelle forme, sans permission spéciale, pour des usages éducatifs ou sans but lucratif, si la reconnaissance de la source est faite. Ressources naturelles Canada apprécierait recevoir une copie des publications utilisant ce document comme source. Cependant, certains éléments se trouvant dans ce document appartiennent à d'autres organismes. Dans de tels cas, certaines restrictions sur la reproduction d'éléments graphiques ou de matériels peuvent s'appliquer; il peut être nécessaire d'obtenir la permission de l'auteur ou du détenteur de ces droits d'auteur avant la reproduction. Pour obtenir de l'information sur les restrictions applicables en cas de reproduction et la propriété des droits d'auteur, veuillez contacter RETScreen International.

Exonération

Cette publication, diffusée à des fins uniquement didactiques, ne reflète pas nécessairement le point de vue du gouvernement du Canada et ne constitue en aucune façon une approbation des produits commerciaux ou des personnes qui y sont mentionnées, quels qu'ils soient. De plus, le gouvernement du Canada, ses ministres, ses fonctionnaires et ses employés ou agents n'offrent aucune garantie et n'assument aucune responsabilité en relation avec cette publication.

ISBN : 0-662-74655-4
Catalogue no. : M39-117/2005-PDF

© Ministre de Ressources naturelles Canada 1997-2005.

106-02438/

TABLE DES MATIÈRES

Brève description et organigramme 4

Modèle pour projets de chauffage solaire passif 9

Modèle énergétique 10

Évaluation de la ressource solaire et des besoins thermiques 21

Caractéristiques des fenêtres 28

Analyse des coûts 33

Sommaire financier 49

Analyse des réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES) 67

Analyse de sensibilité et de risque 79

Données de produits 88

Données météorologiques 89

Données de coûts 91

Formation et aide 92

Conditions d'utilisation 93

Bibliographie 95

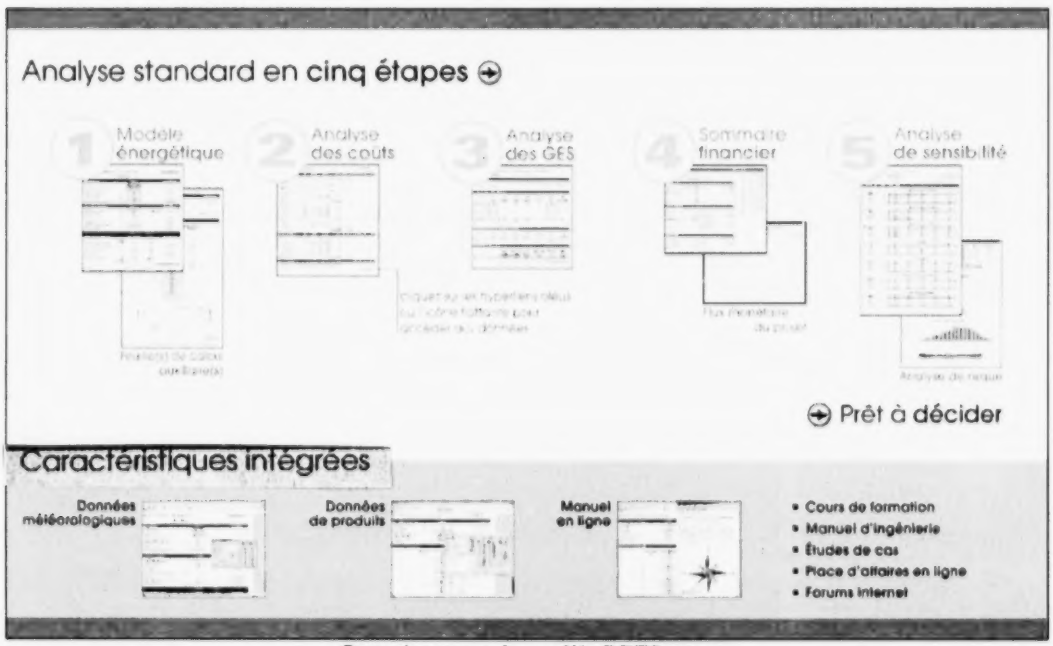
Index 96

Brève description et organigramme

RETScreen® International est à la fois un outil de sensibilisation aux énergies propres, d'aide à la décision et de renforcement des compétences. L'outil consiste en un logiciel normalisé et intégré d'analyse de projets d'énergies propres qui peut être utilisé partout dans le monde pour évaluer la production énergétique, les coûts du cycle de vie et les réductions d'émissions de gaz à effet de serre pour différentes technologies d'efficacité énergétique et d'énergie renouvelable (TÉR). Chaque modèle de technologie d'énergie propre RETScreen (p. ex. projet de chauffage solaire passif, etc.) a été développé dans un classeur Microsoft® Excel individuel. Chaque classeur est ensuite composé d'une série de feuilles de calcul. Ces feuilles de calcul ont un aspect commun et suivent une démarche normalisée, commune à tous les modèles RETScreen. En plus du logiciel, l'outil comprend des bases de données (produits, coûts et données météorologiques), un manuel en ligne, un site Web, un manuel d'ingénierie, des études de cas et un cours de formation.

Organigramme

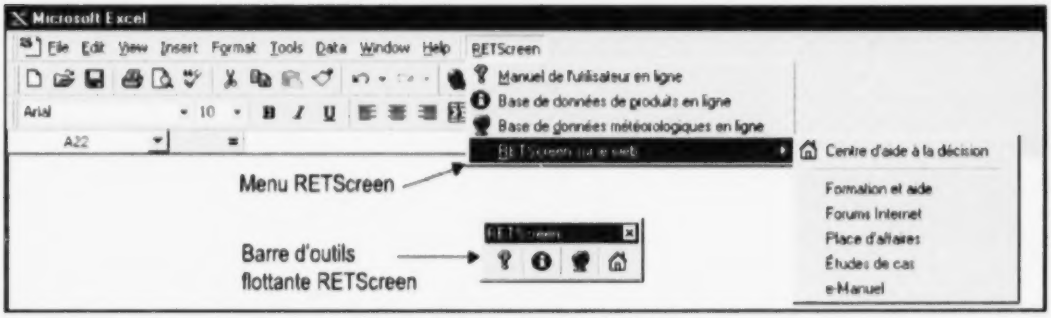
Compléter chaque feuille de calcul ligne par ligne de haut en bas en entrant des valeurs à l'intérieur des cellules de couleur. Pour se déplacer entre les feuilles de calcul, il suffit de cliquer sur les onglets du classeur au bas de l'écran ou de sélectionner les hyperliens (bleus et soulignés) se trouvant dans les feuilles de calcul. L'organigramme du modèle RETScreen est présenté ci-dessous.



Organigramme du modèle RETScreen

Accès aux données et à l'aide

L'utilisateur peut accéder au manuel en ligne, aux bases de données de produits et météorologiques via l'option RETScreen se trouvant dans la barre de menu Excel (voir figure ci-après). Les icônes se trouvant sur la barre de menu RETScreen sont aussi disponibles via la barre d'outils flottante RETScreen. Ainsi, l'utilisateur peut accéder aux données et à l'aide en cliquant sur les icônes correspondant du menu ou de la barre d'outils flottante RETScreen. Par exemple, pour accéder au manuel en ligne, l'utilisateur peut cliquer sur l'icône « ? ».



Menu et barre d'outils RETScreen

Le manuel en ligne RETScreen, ou l'option d'aide, est sensible à la position du curseur de la souris et fournit par conséquent l'information associée à la cellule où le curseur se trouve.

Code de couleur des cellules

L'utilisateur doit entrer des données dans les cellules de couleur des feuilles de calcul. Les autres cellules qui ne requièrent pas d'entrée de données sont protégées pour éviter que l'utilisateur efface malencontreusement une formule ou une cellule contenant une référence. Le tableau des codes de couleur des cellules de données d'entrée et de sortie de RETScreen est présenté ci-dessous.

Cellules d'entrée et de sortie	
Blanche	Donnée de sortie - calculée par le modèle
Jaune	Donnée d'entrée - requise par le modèle
Bleue	Donnée d'entrée - requise par le modèle et base de données en ligne disponible
Grise	Donnée d'entrée - pour référence seulement. Non requise par le modèle

Code de couleur des cellules de RETScreen

Options monétaires

L'analyse d'un projet avec RETScreen peut se faire dans n'importe quelle monnaie choisie dans la cellule « Devise » de la feuille de calcul *Analyse des coûts*.

L'utilisateur sélectionne la devise. Ce choix se répercutera sur toutes les cellules où des coûts sont impliqués dans le projet d'analyse. Par exemple, si l'utilisateur choisit « $ », tous les champs d'ordre monétaire seront exprimés en $.

L'option «Définie par l'utilisateur » permet d'entrer manuellement un autre symbole monétaire dans une cellule voisine à la liste déroulante « Devise ». L'entrée est limitée à 3 caractères (p. ex. $US, £, ¥, etc.). Cette option offre aussi la possibilité d'utiliser des facteurs multiplicatifs qui aident la lecture des données financières de projets d'envergure (par exemple k$ permet d'éliminer un facteur 1 000 dans la présentation des coûts en $).

L'utilisateur peut également choisir « Aucune » pour n'utiliser aucune devise. Dans le cas des valeurs normalisées (p. ex. $/kWh), l'unité monétaire sera remplacée par un tiret (-/kWh).

En désignant un pays dans la liste déroulante, on obtient automatiquement le code de devise à trois lettres de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), par exemple AFA pour l'Afghanistan. Généralement, les deux premières lettres caractérisent le pays (AF pour Afghanistan) et la dernière la monnaie (A pour Afghani).

Dans certains projets (par exemple lorsque plusieurs équipements sont importés mais que le reste du projet est acheté localement), il peut être pratique d'utiliser deux monnaies différentes. Pour ce faire, l'utilisateur peut utiliser l'option « Deuxième devise » dans la liste déroulante de la cellule « Coûts de référence ». Bien noter que ces colonnes sont données à titre indicatif seulement et n'ont aucune incidence sur les calculs et l'analyse des autres feuilles de calcul RETScreen.

Nom de l'unité	Symbole de l'unité
ampère	A
année	année
année personne	année-p
calorie	cal
degré Celsius	°C
degré Fahrenheit	°F
dollar	$
gallon	gal
hectare	ha
hertz	Hz
heure	h
heure personne	h-p
horse-power	hp
joule	J
jour	j
jour personne	j-p
kilogramme	kg
kilomètre	km
kilowatt	kW
litre	L
livre	lb
livre par pouce carré	psi
mégawatt	MW
mètre	m
mille	mi
mille par heure	mi/h
million Btu	mmBtu
pascal	Pa
pied	pi
pied cube par minute	pi^3/min
pourcentage	%
seconde	s
semaine	semaine
tonne	t
verge	vg
volt	V
voyage personne	voyage-p
watt	W

Nom du préfixe	Symbole du préfixe
kilo	k
méga	M
giga	G

Liste des unités, des symboles et des préfixes

Certains symboles de devises peuvent être difficiles à lire à l'écran (p. ex. €); ce problème est causé par la valeur du zoom applicable à la feuille de calcul. L'utilisateur peut augmenter le zoom de façon à voir correctement ces symboles. Habituellement, les symboles sont bien lisibles à l'impression même s'ils n'apparaissent pas correctement à l'écran.

Unités, symboles et préfixes

Le tableau précédent présente la liste des unités, des symboles et des préfixes qui sont utilisés dans les modèles RETScreen.

Note :

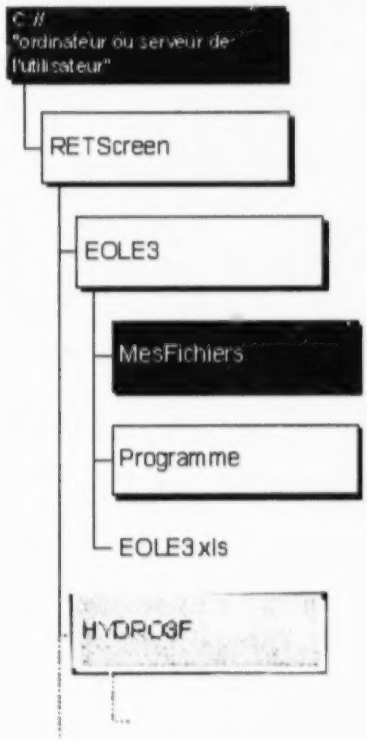
1. Le gallon (gal) utilisé dans RETScreen est le gallon américain et non le gallon impérial.

2. La tonne utilisée dans RETScreen est la tonne métrique.

Sauvegarder un fichier

Pour sauvegarder un classeur RETScreen, il faut utiliser la procédure normale de sauvegarde d'Excel. Les fichiers d'origine des modèles RETScreen ne peuvent pas être sauvegardés sous leur nom de distribution original. Cette procédure a été mise en place pour éviter que l'utilisateur n'écrase son fichier « maître ». Ainsi, l'utilisateur devra utiliser l'option « Fichier, Enregistrer sous ». L'utilisateur pourra donc, de cette façon, sauvegarder le fichier sur un disque dur, une disquette, un cédérom, etc. Toutefois, il est recommandé de sauvegarder les fichiers dans le répertoire « MesFichiers » qui a automatiquement été créé sur le disque dur par le programme d'installation de RETScreen.

La procédure de téléchargement est présentée dans la figure suivante. L'utilisateur peut aussi visiter le site Web de RETScreen à www.retscreen.net pour obtenir plus d'information sur la procédure de téléchargement. Il est important de noter que l'utilisateur ne doit pas changer les noms des répertoires et l'organisation des fichiers qui ont automatiquement été définis par le programme d'installation de RETScreen. De plus, l'utilisateur doit éviter de déplacer le fichier du programme principal de RETScreen, ainsi que les autres fichiers du répertoire « Programme », ce qui risquerait de causer une incapacité à accéder au manuel de l'utilisateur en ligne ou aux bases de données météorologiques et de produits RETScreen.



Procédure de téléchargement de RETScreen

Certains symboles de devises peuvent être difficiles à lire à l'écran (p. ex. €); ce problème est causé par la valeur du zoom applicable à la feuille de calcul. L'utilisateur peut augmenter le zoom de façon à voir correctement ces symboles. Habituellement, les symboles sont bien lisibles à l'impression même s'ils n'apparaissent pas correctement à l'écran.

Unités, symboles et préfixes

Le tableau précédent présente la liste des unités, des symboles et des préfixes qui sont utilisés dans les modèles RETScreen.

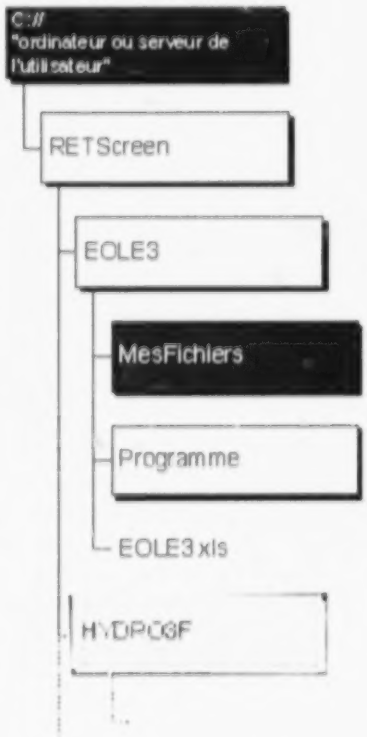
Note : 1. Le gallon (gal) utilisé dans RETScreen est le gallon américain et non le gallon impérial.

2. La tonne utilisée dans RETScreen est la tonne métrique.

Sauvegarder un fichier

Pour sauvegarder un classeur RETScreen, il faut utiliser la procédure normale de sauvegarde d'Excel. Les fichiers d'origine des modèles RETScreen ne peuvent pas être sauvegardés sous leur nom de distribution original. Cette procédure a été mise en place pour éviter que l'utilisateur n'écrase son fichier « maître ». Ainsi, l'utilisateur devra utiliser l'option « Fichier, Enregistrer sous ». L'utilisateur pourra donc, de cette façon, sauvegarder le fichier sur un disque dur, une disquette, un cédérom, etc. Toutefois, il est recommandé de sauvegarder les fichiers dans le répertoire « MesFichiers » qui a automatiquement été créé sur le disque dur par le programme d'installation de RETScreen.

La procédure de téléchargement est présentée dans la figure suivante. L'utilisateur peut aussi visiter le site Web de RETScreen à www.retscreen.net pour obtenir plus d'information sur la procédure de téléchargement. Il est important de noter que l'utilisateur ne doit pas changer les noms des répertoires et l'organisation des fichiers qui ont automatiquement été définis par le programme d'installation de RETScreen. De plus, l'utilisateur doit éviter de déplacer le fichier du programme principal de RETScreen, ainsi que les autres fichiers du répertoire « Programme », ce qui risquerait de causer une incapacité à accéder au manuel de l'utilisateur en ligne ou aux bases de données météorologiques et de produits RETScreen.



Procédure de téléchargement de RETScreen

Imprimer un fichier

Pour imprimer un classeur RETScreen, il faut utiliser la procédure normale d'impression d'Excel. Les feuilles de calcul des classeurs ont été configurées à un format d'impression de dimension lettre et une qualité d'impression de 600 dpi. Si l'imprimante utilisée a une différente définition de qualité d'impression, l'utilisateur doit alors sélectionner « Fichier, Mise en page, Page et Qualité d'impression » et choisir la qualité d'impression propre à cette imprimante. Cette procédure devrait éliminer les problèmes de qualité d'impression des feuilles de calcul.

Modèle pour projets de chauffage solaire passif

Le modèle RETScreen® International pour projets de chauffage solaire passif peut être facilement utilisé partout à travers le monde pour évaluer la production énergétique, le coût du cycle de vie et la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) pour la conception de type solaire passif et/ou de fenêtres éco-énergétiques. Le modèle peut être utilisé pour des résidences de faible hauteur et à des petits bâtiments commerciaux où une charge de chauffage relativement significative existe. Le modèle calcule, pour des projets de rénovation ou de construction neuve, la différence de la consommation énergétique (chauffage et climatisation) entre un bâtiment faisant appel au chauffage solaire passif (ou utilisant des fenêtres éco-énergétiques) et un bâtiment identique, mais sans l'utilisation de l'énergie solaire passive (ou de fenêtres éco-énergétiques).

Le modèle RETScreen pour projets de chauffage solaire passif contient sept feuilles de calcul : *Modèle énergétique*, *Évaluation de la ressource solaire et des besoins thermiques (RS&BT)*, *Caractéristiques des fenêtres*, *Analyse des coûts*, *Analyse des réductions d'émissions de gaz à effet de serre (Analyse des GES)*, *Sommaire financier* et *Analyse de sensibilité et de risque (Sensibilité)*.

Les feuilles de calcul sont remplies dans l'ordre suivant : *Modèle énergétique*, *Évaluation de la ressource solaire et des besoins thermiques*, *Caractéristiques des fenêtres*, *Analyse des coûts* et *Sommaire financier*. Les feuilles de calcul *Analyse des GES* et *Sensibilité* sont des analyses optionnelles. La feuille de calcul *Analyse des GES* est fournie pour aider l'utilisateur à évaluer l'atténuation potentielle de gaz à effet de serre engendrée par le projet proposé. La feuille de calcul *Sensibilité* est fournie pour aider l'utilisateur à évaluer la sensibilité de certains indicateurs financiers aux paramètres techniques et financiers importants du projet. En général, les feuilles de calcul sont remplies du haut en bas et le processus peut être répété aussi souvent que nécessaire pour optimiser la conception du projet au niveau des coûts et de l'utilisation de l'énergie.

En plus des feuilles de calcul nécessaires à l'exécution du modèle, une feuille de calcul *Introduction* et des *Feuilles de calcul vierges (3)* sont comprises dans le classeur du projet de chauffage solaire passif. La feuille de calcul *Introduction* donne à l'utilisateur un bref aperçu du modèle. Les *Feuilles de calcul vierges (3)*, quant à elles, permettent à l'utilisateur de préparer avec RETScreen une analyse de projet personnalisée. Par exemple, ces feuilles de calcul peuvent être utilisées pour entrer plus de détails sur le projet, pour préparer des graphiques et pour réaliser une analyse de sensibilité plus détaillée.

Modèle énergétique

Dans cette section du logiciel RETScreen d'analyse de projets sur les énergies propres, les feuilles de calcul *Modèle énergétique* et *Évaluation de la ressource solaire et des besoins thermiques (RS&BT)* aident l'utilisateur à calculer la production annuelle d'énergie d'un projet de chauffage solaire passif en fonction des caractéristiques du site et des paramètres du système. Le modèle présente les résultats en mégawatts-heure (MWh) pour faciliter la comparaison entre différentes technologies.

Caractéristiques du site

On présente ci-dessous les caractéristiques d'un site qui ont une influence sur les économies annuelles d'énergie d'une conception solaire passive.

Nom du projet

L'utilisateur entre le nom du projet à titre de référence seulement.

Pour plus d'information concernant l'utilisation du manuel en ligne, de la base de données de produits et de la base de données météorologiques RETScreen, voir la section « Accès aux données et à l'aide ».

Lieu du projet

L'utilisateur entre le lieu où se situe le projet à titre de référence seulement.

Rayonnement solaire annuel (horizontale)

Le modèle calcule le rayonnement solaire annuel qui frappe une surface horizontale de 1 m² au site du projet, en MWh/m², à partir des valeurs mensuelles entrées dans la feuille de calcul *Évaluation de la ressource solaire et des besoins thermiques (RS&BT)*.

Note : Arrivé à ce point, l'utilisateur doit compléter la feuille de calcul *Évaluation de la ressource solaire et des besoins thermiques (RS&BT)*.

Température moyenne annuelle

Le modèle calcule la température moyenne annuelle au site du projet, en °C. Cette valeur est calculée à partir des valeurs mensuelles entrées par l'utilisateur dans la feuille de calcul *Évaluation de la ressource solaire et des besoins thermiques (RS&BT)*.

Les valeurs typiques de températures moyennes annuelles peuvent varier de -20 à +30 °C, en fonction du site du projet.

Paramètres du système

On présente ci-dessous les paramètres du système qui ont une influence sur les économies annuelles d'énergie d'une maison solaire passive par rapport à une maison standard de référence. Les paramètres du système sont répartis selon trois sous-sections : « Système de chauffage, ventilation et air climatisé (CVAC) de référence », « Fenêtres du cas de référence » et « Fenêtres du cas proposé ».

Système CVAC de référence

Cette section contient l'information sur le système de chauffage, de ventilation et d'air climatisé (système de CVAC) existant ou prévu dans le bâtiment.

Bâtiment climatisé ?

L'utilisateur indique si le bâtiment est climatisé ou non en sélectionnant la réponse appropriée dans la liste déroulante de la cellule d'entrée. La sélection choisie a une influence sur la méthode de calcul des économies d'énergie : on prendra en compte ou non une réduction ou une augmentation de la demande en climatisation. Si le bâtiment n'est pas climatisé, on ne calculera pas de réduction ou d'augmentation de la demande d'énergie et de la charge de pointe en climatisation, et par conséquent il n'y aura pas non plus d'influence financière sur la climatisation. Si le bâtiment est climatisé, les effets de la conception solaire passive sur la demande et sur les coûts de climatisation seront pris en compte.

Lorsque l'on change le choix qui est proposé dans cette cellule, il y a des modifications qui apparaissent en plusieurs endroits des feuilles de calcul, les données et les résultats concernant la climatisation n'apparaissant que si l'option « Oui » a été choisie dans cette cellule.

Source d'énergie de chauffage

L'utilisateur doit faire la sélection de la source d'énergie qui assure le chauffage du bâtiment, en choisissant une des options offertes dans la liste déroulante de la cellule. Cette sélection permet au modèle d'estimer l'énergie annuelle en chauffage qui est évitée grâce à l'utilisation du solaire passif. Cette valeur est calculée dans la feuille de calcul *Sommaire financier*. Le tableau suivant indique le pouvoir calorifique des différentes sources d'énergie proposées.

Énergie de chauffage évitée	Pouvoir calorifique
Gaz naturel	37,2 MJ/m³ (10,33 kWh/m³)
Propane	26,6 MJ/L (7,39 kWh/L)
Diesel (mazout #2)	38,7 MJ/L (10,74 kWh/L)
Mazout #6	40,5 MJ/L (11,25 kWh/L)
Électricité	1,0 kWh/kWh
Autre	1,0

Pouvoir calorifique de différentes sources d'énergie

Rendement saisonnier du système de chauffage

L'utilisateur entre le rendement saisonnier (%) du système de chauffage de référence, et non le rendement instantané ou en pointe. Cette valeur inclut les effets de cyclage et les baisses de rendement lors d'opérations à charge partielle. Cette valeur est utilisée par le modèle pour calculer les besoins en énergie primaire du bâtiment, pendant une saison complète de chauffage, en utilisant le système de chauffage de référence.

Des valeurs typiques de rendements saisonniers sont présentées dans le tableau pour différents systèmes de chauffage. Les valeurs présentées dans le tableau suivant doivent être réduites de 10 % si les conduites d'air passent à l'extérieur de l'enveloppe isolée du bâtiment (p. ex. le grenier).

Type de système de chauffage	Rendement saisonnier typique (%)
Chaudière/fournaise avec flamme pilote	60 à 70
Chaudière/fournaise de rendement moyen avec allumage électronique	70 à 80
Chaudière/fournaise à haut rendement à condensation	80 à 90
Chauffage électrique	100
Système de pompe à chaleur sur air extérieur	130 à 200
Système de pompe à chaleur géothermique	300 à 350

Rendements saisonniers typiques de quelques systèmes de chauffage

COP saisonnier du climatiseur

Le coefficient de performance (COP) saisonnier est une caractéristique propre au système de climatisation. Il représente, sur toute la saison de climatisation, le rapport entre l'énergie frigorifique produite (la chaleur extraite de la maison) et l'énergie primaire qui a été fournie au climatiseur.

Les COP saisonniers typiques de quelques systèmes de climatisation sont donnés dans le tableau suivant. On peut soustraire 10 % à ces valeurs si de la tuyauterie ou de la conduite d'air circule à l'extérieur de l'enveloppe isolée du bâtiment (par exemple dans le grenier ou vide sous-comble).

Type de système de climatisation	COP saisonniers typiques
Climatiseur de fenêtre	2,4
Climatiseur à détente directe et pompes à chaleur à air extérieur	3,0
Climatiseurs à haut rendement	3,5
Pompe à chaleur géothermique	4,4

COP saisonniers typiques de quelques systèmes de climatisation

Fenêtres du cas de référence

Cette section comprend l'information nécessaire à la caractérisation des fenêtres du bâtiment de référence. Dans les projets de rénovation, les fenêtres de référence seront celles qui existent sur le bâtiment avant les travaux. Dans la construction neuve, les fenêtres de référence, leur nombre, leur surface et leur orientation doivent refléter la pratique courante. Souvent, il s'agit des exigences minimales des règlements locaux de construction ou du code du bâtiment. Ce sera cette conception qui servira de base de comparaison avec la maison conçue dans un souci d'optimiser les gains solaires passifs.

Utiliser la feuille Caractéristiques des fenêtres ?

On a le choix de deux méthodes pour entrer les valeurs caractérisant les fenêtres, pour le cas de référence comme pour le cas proposé.

1. La première méthode (réponse « Non » de la liste déroulante) permet d'entrer directement dans le *Modèle énergétique* les valeurs globales caractérisant les fenêtres de chaque côté de la maison.

2. L'autre méthode (réponse « Oui » de la liste déroulante) permet d'entrer les spécifications de chaque fenêtre prévue sur chaque côté de la maison dans la feuille de calcul *Caractéristiques des fenêtres*. Cette deuxième méthode évite à l'utilisateur d'avoir à effectuer pour chaque orientation des moyennes pondérées des caractéristiques des fenêtres en fonction de leur surface.

Dans la première méthode, la valeur U, le CARS et la surface doivent être entrées directement dans le *Modèle énergétique* pour la globalité des fenêtres d'un même côté, et ce pour les quatre orientations de la maison. Les valeurs que l'on doit entrer doivent être obtenues en effectuant des moyennes pondérées, selon la surface de chaque fenêtre, de chacune des caractéristiques des fenêtres d'un même côté et ce, pour chaque côté du bâtiment. Les moyennes pondérées ne sont pas difficiles à obtenir pour une conception solaire passive simple mais peuvent devenir ardues à calculer dans le cas où plusieurs types différents de fenêtres de dimensions variées seraient utilisés. La deuxième méthode est alors suggérée.

Dans la seconde méthode, les spécifications des fenêtres du projet solaire passif et du cas de référence sont entrées une par une dans la feuille de calcul *Caractéristiques des fenêtres*. Voir la section sur la feuille de calcul *Caractéristiques des fenêtres* pour plus d'information. Dans cette méthode, les spécifications des fenêtres sont automatiquement utilisées par le modèle puis transférées de la feuille de calcul *Caractéristiques des fenêtres* aux cellules appropriées de la feuille de calcul *Modèle énergétique* qui deviennent alors protégées contre toute entrée de données. Pour plus d'information, l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen.

Valeur U des fenêtres (façade, côté gauche, côté droit, côté arrière)

Lorsque les cellules sont ombrées, l'utilisateur doit indiquer, pour chacun des côtés du bâtiment, la valeur U (l'inverse de la résistance thermique) des fenêtres. Cette valeur doit inclure l'influence du cadre de fenêtre. La valeur U est une mesure de la transmission de chaleur à travers la fenêtre et doit être indiquée en unités SI (ou métriques), soit en W/(m²-°C). Une valeur U exprimée en Btu/hr-ft²-°F peut être obtenue en W/(m²-°C) en la multipliant par 5,678. On prend comme hypothèse que toutes les fenêtres d'une même orientation ont la même valeur U. S'il y a plus d'un type de fenêtres dans le bâtiment, on peut faire la moyenne des valeurs U de chacun des types de fenêtres, pondérée selon la surface de chaque type.

Lorsque les cellules ne sont pas ombrées, l'utilisateur doit utiliser la feuille de calcul *Caractéristiques des fenêtres* et entrer la valeur U de chaque fenêtre. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen.

Il y a différentes sources pour obtenir les valeurs U de fenêtres. On peut trouver une liste de valeurs génériques dans le tableau 5 du chapitre 29 du ASHRAE Handbook Fundamentals 1997 (par exemple pour des fenêtres ouvrantes, en bois, à double vitrage). Le tableau suivant est une version simplifiée du tableau de l'ASHRAE. On rappelle que de nombreux manufacturiers ont fait certifier leurs fenêtres, si bien qu'ils peuvent vous fournir les valeurs U de leurs produits.

Description de fenêtres typiques			Centre du vitrage		Fenêtre complète	
Vitrage	**Intercalaire**	**Cadre**	**Valeur U**	**CARS**	**Valeur U**	**CARS**
Double	Aluminium	Aluminium	2,73	0,75	3,22	0,66
Double	Aluminium	Bois/Plastique	2,73	0,75	2,84	0,66
+ couche faible-émissivité par pyrolyse + argon	Isolé	Bois/Plastique	1,70	0,70	1,84	0,61
+ couche basse-émissivité par éclaboussage + argon	Isolé	Bois/Plastique	1,53	0,60	1,69	0,53
+ couche sélective basse émissivité (0,05) + argon	Isolé	Bois/Plastique	1,42	0,41	1,60	0,36
Triple	Aluminium	Bois/Plastique	1,76	0,67	2,01	0,59
+ 1 couche faible-émissivité par pyrolyse + argon	Isolé	Bois/Plastique	1,25	0,62	1,42	0,54
+ 2 couches faible-émissivité par pyrolyse + argon	Isolé	Bois/Plastique	0,97	0,45	1,18	0,40

Spécifications de fenêtres fixes typiques [ASHRAE, 1997]

CARS des fenêtres (façade, côté gauche, côté droit, côté arrière)

Quand les cellules sont ombrées, l'utilisateur entre la valeur globale du coefficient d'apport de rayonnement solaire (CARS) des fenêtres, incluant les effets du cadre, pour chacun des côtés du bâtiment. [NDT : Le CARS est parfois mentionné dans la littérature canadienne comme SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) ou CGCS (coefficient de gain de chaleur solaire)]. C'est un nombre sans dimension. C'est le rapport entre l'énergie solaire qui pénètre effectivement dans le bâtiment (et s'y transformera en chaleur) et l'énergie solaire incidente dans le plan et sur la surface totale

des fenêtres. Dans le modèle, on considère que toutes les fenêtres d'une même orientation ont le même CARS. S'il y a plus d'un type de fenêtre par côté du bâtiment, on peut entrer une moyenne des CARS des différents types de fenêtres, pondérée en fonction de leurs surfaces respectives.

Lorsque les cellules ne sont pas ombrées, l'utilisateur doit utiliser la feuille de calcul *Caractéristiques des fenêtres* et entrer le CARS de chaque fenêtre. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen.

Il existe plusieurs sources pour obtenir le CARS de différents types de fenêtres. On peut trouver une liste de valeurs génériques dans le tableau 11 du chapitre 29 du ASHRAE Handbook Fundamentals 1997 (par exemple pour des fenêtres ouvrantes, en bois, à double vitrage). Le tableau suivant est une version simplifiée du tableau de l'ASHRAE. On rappelle que de nombreux manufacturiers ont fait certifier leurs fenêtres, si bien qu'ils peuvent vous fournir le CARS de leurs produits.

Description de fenêtres typiques			Centre du vitrage		Fenêtre complète	
Vitrage	**Intercalaire**	**Cadre**	**Valeur U**	**CARS**	**Valeur U**	**CARS**
Double	Aluminium	Aluminium	2,73	0,75	3,42	0,55
Double	Aluminium	Bois/Plastique	2,73	0,75	2,87	0,55
+ couche faible-émissivité par pyrolyse + argon	Isolé	Bois/Plastique	1,70	0,70	2,04	0,52
+ couche basse-émissivité par éclaboussage + argon	Isolé	Bois/Plastique	1,53	0,60	1,93	0,45
+ couche sélective basse émissivité (0,05) + argon	Isolé	Bois/Plastique	1,42	0,41	1,85	0,31
Triple	Aluminium	Bois/Plastique	1,76	0,67	2,02	0,50
+ 1 couche faible-émissivité par pyrolyse + argon	Isolé	Bois/Plastique	1,25	0,62	1,69	0,46
+ 2 couches faible-émissivité par pyrolyse + argon	Isolé	Bois/Plastique	0,97	0,45	1,50	0,40

Spécifications de fenêtres ouvrantes typiques [ASHRAE, 1997]

Surface de fenêtre par côté du bâtiment (façade, côté gauche, côté droit, côté arrière)

Lorsque les cellules sont ombrées, l'utilisateur entre la surface totale de fenêtre pour chacun des côtés du bâtiment (m²), c'est-à-dire la somme des surfaces de toutes les fenêtres d'un même côté, calculée à partir des dimensions extérieures du cadre.

Lorsque les cellules ne sont pas ombrées, l'utilisateur doit utiliser la feuille de calcul *Caractéristiques des fenêtres* et entrer les surfaces de chaque fenêtre. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen.

Portion ombragée de fenêtre en hiver (façade, côté gauche, côté droit, côté arrière)

L'utilisateur entre, en %, la portion de surface des fenêtres qui est coupée du rayonnement direct en provenance du soleil par des obstacles tels qu'un bâtiment adjacent, la végétation ou un dispositif d'ombrage (un auvent par exemple) pour les six mois les plus froid de l'année, lorsque le soleil est le plus bas dans le ciel. Cette période s'étend d'octobre à mars dans l'hémisphère Nord et d'avril à septembre dans l'hémisphère Sud. Il est important de comprendre que cette valeur n'a rien à voir avec le coefficient qui caractérise l'atténuation d'énergie solaire à travers une fenêtre (NDT : « Shading factor » est parfois utilisé indifféremment en anglais pour ces deux entités). Lors des calculs des gains solaires, le modèle prendra en compte une surface de fenêtre corrigée en fonction de cette portion.

La portion ombragée de fenêtre varie dans le temps, au cours des saisons et avec la position du soleil. Des valeurs moyennes typiques de la portion ombragée de fenêtre en hiver sont données dans le tableau. On choisira la valeur qui correspond le mieux au site. Ainsi, lorsqu'un côté de bâtiment est plus fortement obstrué du soleil, on choisira une valeur de la catégorie « Environnement urbain » même si les autres côtés du bâtiment peuvent être dans la catégorie « Milieu rural ». Lorsqu'un dispositif d'ombrage tel qu'une avancée de toit en saillie s'ajoute à une couverture d'arbres ou d'autres obstacles, on peut faire la somme des portions ombragées de différentes catégories, sans jamais toutefois excéder 100 %.

Le tableau suivant donne des valeurs qui sont suffisamment représentatives au stade d'une analyse de préfaisabilité ou de faisabilité. Pour la conception, des calculs plus précis seront nécessaires.

	Orientation des fenêtres			
Latitude	Sud	Ouest	Est	Nord
	Surplomb ou auvents			
35°	6%	8%	7%	5%
45°	13%	17%	16%	19%
55°	1%	1%	2%	1%
	Milieu rural ou banlieue / Couverture d'arbres à feuilles caduques			
35°	9%	15%	15%	0%
45°	20%	33%	33%	0%
55°	60%	65%	65%	0%
	Environnement urbain / Couverture de conifères			
35°	16%	25%	25%	10%
45°	35%	55%	55%	10%
55°	75%	75%	75%	10%

Portions ombragées de fenêtres en hiver

Portion ombragée de fenêtre en été (façade, côté gauche, côté droit, côté arrière)

L'utilisateur entre, en %, la portion ombragée moyenne de fenêtre durant les six mois les plus chauds de l'année, lorsque le soleil est au plus haut dans le ciel. Cette période s'étend d'avril à septembre dans l'hémisphère Nord et d'octobre à mars dans l'hémisphère Sud. La portion ombragée de fenêtre est la portion de surface qui est coupée du rayonnement direct par des obstacles tels qu'un bâtiment adjacent, la végétation ou un dispositif d'ombrage, un auvent par exemple. Lors des calculs des gains solaires, le modèle prendra en compte une surface de fenêtre corrigée en fonction de cette portion.
La portion ombragée de fenêtre varie dans le temps, au cours des saisons et avec la position du soleil. Ainsi, lorsqu'un côté de bâtiment est plus fortement obstrué du soleil, on choisira une valeur de la catégorie « Environnement urbain » même si les autres côtés du bâtiment peuvent être dans la catégorie « Milieu rural ». Lorsqu'un dispositif d'ombrage tel qu'une avancée de toit en saillie s'ajoute à une couverture d'arbres ou d'autres obstacles, on peut faire la somme des portions ombragées de différentes catégories, sans jamais toutefois excéder 100 %.

Le tableau suivant donne des valeurs moyennes typiques de portions ombragées de fenêtres en été. Pour choisir les valeurs appropriées, on choisira la valeur qui correspond le mieux au site.

	Orientation des fenêtres			
Latitude	Sud	Ouest	Est	Nord
	Surplomb ou auvents			
35°	26%	10%	10%	7%
45°	41%	19%	19%	15%
55°	1%	2%	1%	2%
	Milieu rural ou banlieue / Couverture d'arbres à feuilles caduques			
35°	7%	18%	18%	0%
45°	10%	26%	26%	0%
55°	14%	36%	36%	0%
	Environnement urbain / Couverture de conifères			
35°	17%	31%	31%	15%
45°	25%	46%	46%	15%
55°	35%	60%	60%	15%

Portions ombragées de fenêtres en été

Fenêtres du cas proposé

Cette section contient les renseignements équivalents aux précédentes, sauf qu'elles s'adressent aux fenêtres du cas proposé (la conception solaire passive) plutôt qu'au cas de référence, la base de comparaison pour les économies d'énergie.

Changer la portion ombragée de fenêtre ?

L'utilisateur indique, à partir de la liste déroulante, s'il veut changer les portions ombragées des fenêtres du cas proposé par rapport au cas de référence. Il choisit l'option « Non » si aucun

nouveau dispositif d'ombrage n'est ajouté ou modifié par rapport au cas de référence. Sinon, il choisit « Oui » et les deux lignes de données d'entrée des valeurs de portion ombragée d'hiver et d'été réapparaîtront.

Production annuelle d'énergie

Cette section de la feuille de calcul présente le résultat sommaire des calculs d'économies d'énergie du cas proposé par rapport au cas de référence. Il est possible d'obtenir des valeurs négatives. Une valeur négative signifie que la conception proposée pénalise le consommateur au plan énergétique. Les résultats d'économies d'énergie sont donnés en MWh par an. Une deuxième colonne donne ces résultats en kWh/m², c'est-à-dire ramenés à 1 m² de surface de fenêtres du cas proposé.

Production d'énergie en hiver

Cette section présente les économies prévisibles d'énergie pendant la saison de chauffage, dues à la conception solaire passive. Les valeurs données ne tiennent compte que des économies d'énergie ou des gains solaires capables d'influencer la demande de chauffage.

Augmentation nette des gains solaires

Le modèle calcule les gains solaires additionnels utilisables de la conception solaire passive par rapport au cas de référence, en MWh. Cette valeur peut être négative.

Réduction nette des pertes par les fenêtres

Le modèle calcule la diminution des pertes thermiques à travers les fenêtres plus isolantes que dans le cas de référence, en MWh. Dans certains cas, il se peut que cette valeur soit négative.

Réduction nette de la demande en chauffage

Le modèle calcule le bilan des effets combinés des gains solaires accrus et des déperditions thermiques réduites pour évaluer les économies d'énergie en chauffage, en MWh. Cette valeur doit être positive. Sinon, cela signifie que la conception proposée est moins performante, au plan énergétique, que le cas de référence.

Conversion d'unités : L'utilisateur peut choisir d'exprimer la réduction nette de la demande en chauffage dans une autre unité en sélectionnant parmi la liste d'unités proposées : « GWh », « Gcal », « million Btu », « GJ », « therm », « kWh », « hp-h », « MJ ». Cette valeur est donnée à titre de référence seulement et n'est pas requise pour exécuter le modèle.

Réduction de la charge de pointe en chauffage

Le modèle calcule, en kW, la réduction de la charge de pointe en chauffage pour les conditions de température extérieure de calcul, telle que définie à la rubrique « Température extérieure de calcul en chauffage » dans la feuille de calcul *Évaluation de la ressource solaire et des besoins thermiques*. Une baisse de la charge de pointe indique une opportunité de réduire la puissance installée du système de chauffage.

Conversion d'unités : L'utilisateur peut choisir d'exprimer la réduction de la charge de pointe en chauffage dans une autre unité en sélectionnant parmi la liste d'unités proposées : « MW », « million Btu/h », « hp chaudière », « tonne de réf. », « hp », « W ». Cette valeur est donnée à titre de référence seulement et n'est pas requise pour exécuter le modèle.

Production d'énergie en été

Cette section présente les économies prévisibles d'énergie pendant la saison de climatisation, dues à la conception solaire passive. Le calcul est basé uniquement sur la diminution des gains solaires, puisque, en ce qui concerne la demande de climatisation, ce sont les gains solaires par les fenêtres qui prédominent largement par rapport à la conduction de chaleur à travers les fenêtres.

Réduction nette de la demande en climatisation

Le modèle calcule, pour la période estivale, la diminution d'apports de gains solaires de la conception solaire passive par rapport au cas de référence, en MWh. Ces économies représentent la diminution globale de la charge thermique sur le système de climatisation et non les économies d'énergie électrique pour faire fonctionner le climatiseur.

Conversion d'unités : L'utilisateur peut choisir d'exprimer la réduction nette de la demande en climatisation dans une autre unité en sélectionnant parmi la liste d'unités proposées : « GWh », « Gcal », « million Btu », « GJ », « therm », « kWh », « hp-h », « MJ ». Cette valeur est donnée à titre de référence seulement et n'est pas requise pour exécuter le modèle.

Réduction de la charge de pointe en climatisation

Le modèle calcule, en kW, la réduction de la charge de pointe en climatisation pour les conditions correspondant à la journée la plus chaude, c'est à dire, la « Température extérieure de calcul en climatisation », au moment du plus fort ensoleillement. Pour plus d'explications sur ces conditions climatiques de conception, se reporter à la rubrique « Température extérieure de calcul en climatisation » dans la feuille de calcul *Évaluation de la ressource solaire et des besoins thermiques*. Une diminution de la charge de pointe indique une opportunité de réduire la puissance frigorifique qu'aura à fournir le système de climatisation.

Conversion d'unités : L'utilisateur peut choisir d'exprimer la réduction de la charge de pointe en climatisation dans une autre unité en sélectionnant parmi la liste d'unités proposées : « MW »,

« million Btu/h », « hp chaudière », « tonne de réf. », « hp », « W ». Cette valeur est donnée à titre de référence seulement et n'est pas requise pour exécuter le modèle.

Énergie renouvelable fournie

Le modèle calcul l'énergie renouvelable fournie par la conception solaire passive proposée, en MWh. La valeur présentée sous cette rubrique est la somme des économies d'énergie, c'est-à-dire, la réduction nette de la demande en chauffage et en climatisation (s'il y a lieu) pour une année complète d'opération.

Conversion d'unités : L'utilisateur peut choisir d'exprimer l'énergie renouvelable fournie dans une autre unité en sélectionnant parmi la liste d'unités proposées : « GWh », « Gcal », « million Btu », « GJ », « therm », « kWh », « hp-h », « MJ ». Cette valeur est donnée à titre de référence seulement et n'est pas requise pour exécuter le modèle.

Évaluation de la ressource solaire et des besoins thermiques

Cette section du logiciel RETScreen d'analyse de projets sur les énergies propres est utilisée pour caractériser le site du projet et le bâtiment. Les caractéristiques présentées dans cette section ont un impact direct sur la conception du projet proposé. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données météorologiques en ligne RETScreen.

Caractéristiques du site et charge du bâtiment

L'utilisateur entre les températures extérieures de calcul et les principales caractéristiques du bâtiment dans cette section de la feuille. Ces données permettront au modèle de calculer les charges de chauffage et de climatisation nécessaires pour déterminer si les gains solaires contribuent positivement ou négativement au bilan thermique.

Les gains solaires peuvent avoir un impact positif sur le chauffage tout comme ils peuvent avoir un impact négatif en augmentant la charge de climatisation. Le modèle doit donc, en plus de faire le bilan thermique au niveau des fenêtres, considérer le bâtiment comme un tout. Il est donc important d'entrer les données climatiques du site du projet et de caractériser le bâtiment de façon à ce que le modèle sépare les gains solaires utiles des gains solaires indésirables. Par exemple, un grand bâtiment mal isolé, situé dans un climat froid, pourra accepter des gains solaires beaucoup plus importants qu'un petit bâtiment disposant de peu de masse thermique et situé dans un climat plus chaud.

Station météorologique la plus proche du projet

L'utilisateur indique, à titre de référence seulement, le nom de la station météorologique la plus proche ou la plus représentative des conditions climatiques de l'endroit où se situe le projet. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données météorologiques en ligne RETScreen.

Latitude du lieu du projet

L'utilisateur entre la latitude du lieu du projet, envisagéen °N à partir de l'équateur. Les valeurs seront comprises entre -90 (pôle Sud) et +90 (pôle Nord). La latitude de la station météorologique la plus proche du projet peut être directement recopiée de la base de données météorologiques. Cependant si l'utilisateur connaît la latitude exacte du projet, il a toujours la possibilité de l'inscrire manuellement à la place de la valeur recopiée.

Cette valeur est utilisée pour estimer les gains solaires du bâtiment. Les gains solaires sont calculés selon la méthode recommandée par l'ASHRAE [ASHRAE, 1997].

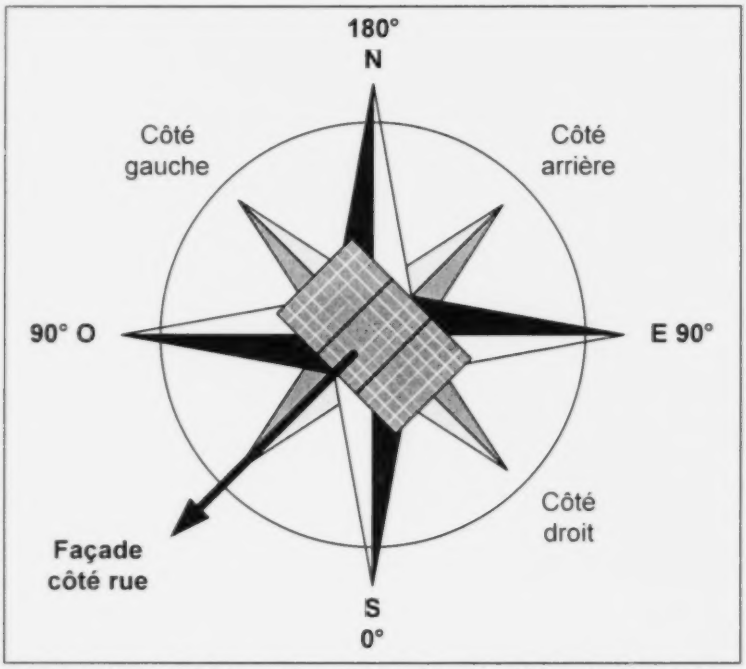
Note : Si l'option « Profil énergétique » a été choisie dans la liste déroulante «Information disponible sur le bâtiment », la latitude du lieu du projet n'est pas utilisée dans le modèle.

Orientation de la façade (côté avant)

L'utilisateur spécifie quelle est l'orientation du côté avant de la maison (la façade côté rue) par rapport à l'équateur (par rapport au sud dans l'hémisphère Nord). Le côté avant n'est pas nécessairement celui qui est le plus ensoleillé et qui comprendra le plus de fenêtres.

Pour un bâtiment **dans l'hémisphère Nord**, l'orientation est donnée en degrés, et correspond à l'angle entre le sud et la perpendiculaire au côté avant en considérant que le sens horaire est positif (voir ci-dessous). Lorsque la façade est orientée en direction de l'ouest, on entre des degrés positifs ; lorsqu'elle est orientée vers l'est, on entre des degrés négatifs. Par exemple, l'orientation d'une façade plein sud est 0. Si la façade est sud-ouest, son orientation sera +45° (voir figure ci-dessous).

La valeur à indiquer pour l'azimut doit être celle par rapport au Sud géographique et non par rapport au Sud magnétique (l'angle complémentaire du Nord magnétique). Le Sud indiqué par une boussole doit donc être corrigé en fonction de la déclinaison magnétique pour calculer la bonne valeur d'azimut. Pour plus d'information, voir la rubrique « Déclinaison magnétique ». Si on utilise des plans d'architecture pour calculer l'azimut d'un capteur solaire, il faut bien faire attention de chercher quelle référence a été utilisée pour indiquer le Nord, c'est à dire s'il s'agit du Nord magnétique ou du Nord géographique ou même d'une autre direction dénommée ainsi et utilisée comme référence pratique dans le contexte du projet.



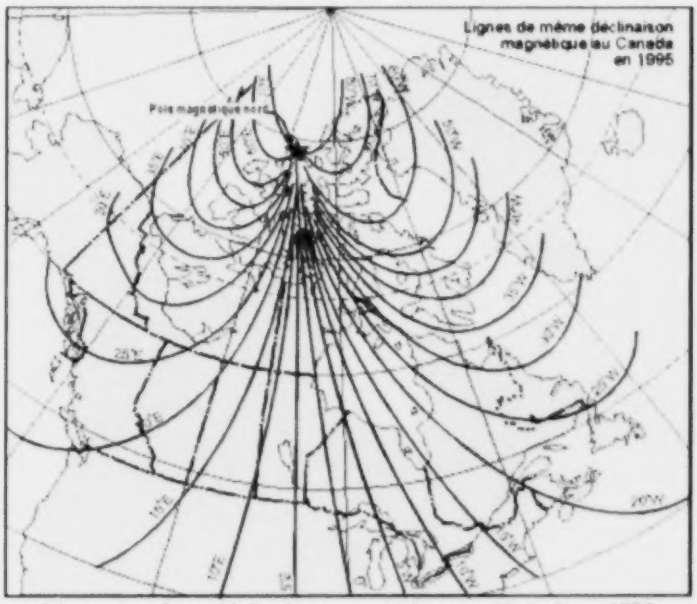
Orientation d'un bâtiment dans l'hémisphère Nord [d'après Ross, 1999]

Déclinaison magnétique

En général, une boussole n'indique pas exactement le nord géographique (le « vrai Nord ») car son aiguille est attirée par le pôle magnétique, plutôt que par le pôle par lequel passe l'axe de rotation de la Terre. L'angle entre la direction indiquée par la boussole et le «vrai Nord » est appelé **déclinaison magnétique**. Selon l'endroit où l'on se trouve sur la Terre, la distance entre le pôle magnétique et le pôle Nord forme un angle plus ou moins important, vers l'est ou vers l'ouest.

Le site Web géomagnétique de Ressources naturelles Canada offre la possibilité de calculer la déclinaison magnétique de n'importe quel endroit à partir de sa latitude, de sa longitude et de l'année pour laquelle on veut cette information (le pôle magnétique se déplaçant dans le temps).

La figure ci-dessous donne les déclinaisons magnétiques au Canada en 1995. Les variations de ces valeurs d'une année à l'autre peuvent être négligées dans le cadre d'une étude préliminaire de faisabilité. Une déclinaison magnétique de 10° ouest signifie que vu de cet endroit, à cette époque, le pôle magnétique se situe 10° à l'ouest du pôle géographique.



Lignes de mêmes déclinaisons magnétiques au Canada en 1995

Température extérieure de calcul en chauffage

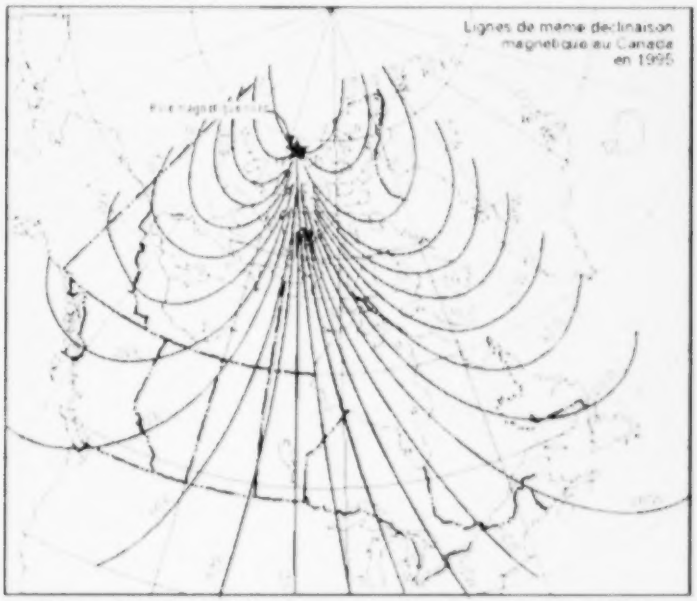
L'utilisateur entre la température (°C) extérieure de calcul en chauffage pour le site du projet, à savoir la température minimale mesurée à une fréquence d'au moins 1 % durant l'année [ASHRAE, 1997]. Cette température sert à calculer la charge annuelle de pointe et les besoins énergétiques annuels en chauffage du bâtiment. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données météorologiques en ligne RETScreen.

Déclinaison magnétique

En général, une boussole n'indique pas exactement le nord géographique (le « vrai Nord ») car son aiguille est attirée par le pôle magnétique, plutôt que par le pôle par lequel passe l'axe de rotation de la Terre. L'angle entre la direction indiquée par la boussole et le «vrai Nord » est appelé **déclinaison magnétique**. Selon l'endroit où l'on se trouve sur la Terre, la distance entre le pôle magnétique et le pôle Nord forme un angle plus ou moins important, vers l'est ou vers l'ouest.

Le site Web géomagnétique de Ressources naturelles Canada offre la possibilité de calculer la déclinaison magnétique de n'importe quel endroit à partir de sa latitude, de sa longitude et de l'année pour laquelle on veut cette information (le pôle magnétique se déplaçant dans le temps).

La figure ci-dessous donne les déclinaisons magnétiques au Canada en 1995. Les variations de ces valeurs d'une année à l'autre peuvent être négligées dans le cadre d'une étude préliminaire de faisabilité. Une déclinaison magnétique de 10° ouest signifie que vu de cet endroit, à cette époque, le pôle magnétique se situe 10° à l'ouest du pôle géographique.



Lignes de mêmes déclinaisons magnétiques au Canada en 1995

Température extérieure de calcul en chauffage

L'utilisateur entre la température (°C) extérieure de calcul en chauffage pour le site du projet, à savoir la température minimale mesurée à une fréquence d'au moins 1 % durant l'année [ASHRAE, 1997]. Cette température sert à calculer la charge annuelle de pointe et les besoins énergétiques annuels en chauffage du bâtiment. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données météorologiques en ligne RETScreen.

Les valeurs typiques de températures extérieures de calcul en chauffage peuvent varier de -40 à 15 °C.

Note : Les valeurs de température extérieure de calcul en chauffage, qui sont présentées dans la base de données météorologiques RETScreen, sont calculées sur une base horaire et pour une année complète. L'utilisateur peut changer la valeur proposée pour tenir compte des conditions particulières locales. Par exemple, le site où les températures sont enregistrées (p. ex. un aéroport) peut être en permanence de 1 à 2 °C plus froid que le site du projet (p. ex. dans le centre d'une grande ville avoisinante).

Température extérieure de calcul en climatisation

L'utilisateur entre la température (°C) extérieure de calcul en climatisation pour le site du projet, à savoir la température maximale mesurée à une fréquence d'au moins 1 % durant l'année [ASHRAE, 1997]. Cette température sert à calculer la charge annuelle de pointe et les besoins énergétiques annuels en climatisation du bâtiment. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données météorologiques en ligne RETScreen.

Les valeurs typiques de températures extérieures de calcul en climatisation peuvent varier de 10 à 47 °C.

Note : Les valeurs de température extérieure de calcul en climatisation, qui sont présentées dans la base de données météorologiques RETScreen, sont calculées sur une base horaire et pour une année complète. L'utilisateur peut changer la valeur proposée pour tenir compte des conditions particulières locales. Par exemple, le site où les températures sont enregistrées (p. ex. un aéroport) peut être en permanence de 1 à 2 °C plus froid que le site du projet (p. ex. dans le centre d'une grande ville avoisinante).

Surface de planchers

L'utilisateur entre la surface de planchers en m^2 excluant le sous-sol.

Masse thermique du bâtiment

L'utilisateur sélectionne, à partir de la liste déroulante, un des trois niveaux de masse thermique qui correspond le plus au bâtiment modélisé : « Élevée », « Moyenne » et « Faible ». La masse thermique du bâtiment dépend de son type de construction. Un bâtiment ayant une masse thermique importante est caractérisé par l'utilisation de matériaux lourds dans la construction intérieure des murs ou des dalles (pierre, brique et béton). Typiquement, un bâtiment ayant une faible masse thermique se caractérisent par des murs intérieurs à ossature de bois ou d'acier, recouverte de placo-plâtre (feuilles de gypse) et par des planchers en bois. Une masse thermique moyenne sera choisie si le bâtiment modélisé comporte une combinaison de pierre/béton et gypse dans la construction de ses murs intérieurs. La masse thermique du bâtiment déterminera sa capacité à absorber et à emmagasiner les gains solaires. Une masse thermique importante est avantageuse dans le cas d'un bâtiment solaire passif car elle permet de stabiliser la température

même en cas de forts gains solaires. La chaleur sera absorbée le jour puis rediffusée au cours de la nuit. Une masse thermique importante est donc avantageuse car elle permet d'utiliser au maximum les gains solaires tout en limitant les surchauffes qui pourraient survenir l'après-midi au cours de journées plus chaudes.

Niveau d'isolation thermique

L'utilisateur sélectionne, à partir de la liste déroulante, un des trois niveaux d'isolation thermique qui correspond le plus au bâtiment modélisé : « Élevé », « Moyen » et « Faible ». La résistance thermique des murs extérieurs et du plafond peut être déterminée à partir de l'épaisseur du matériau isolant utilisé et de sa conduction thermique. Plus basse sera la conduction thermique du matériau, meilleur sera son niveau d'isolation pour une même épaisseur. La résistance thermique est exprimée en RSI (m^2-°C/W) dans le système international (SI). Un niveau d'isolation « Élevé » est sélectionné si l'épaisseur de l'isolant de laine de verre est de plus de 200 mm (RSI > 4.5). Ce niveau d'isolation est typique des maisons performantes. L'utilisateur sélectionne un niveau d'isolation « Moyen » si l'épaisseur de laine de verre est entre 100 et 200 mm, ce qui correspond à la pratique courante de la construction neuve. L'utilisateur sélectionne un niveau d'isolation « Faible » si l'épaisseur de laine de verre est inférieure à 100 mm (RSI < 2.2), ce qui correspond à un vieux bâtiment ayant un taux d'infiltration élevé.

Gains internes

L'utilisateur entre les gains internes en kWh par jour. Les gains internes pour une maison typique sont de l'ordre de 24 kWh/j. Puisque les gains internes sont essentiellement générés par l'électricité consommée dans un bâtiment, on peut les estimer comme égaux à la consommation électrique journalière du bâtiment (calculée à partir de la facture d'électricité mensuelle) d'un mois où il n'y a eu ni chauffage, ni climatisation. Cette valeur est considérée par le modèle comme une source additionnelle de chaleur qui réduit les besoins de chauffage du bâtiment et peut rendre les gains solaires non désirables pour certaines journées plus chaudes.

Charge de pointe en chauffage

Le modèle calcule la charge de pointe en chauffage, en kW. Elle est seulement donnée à titre indicatif pour vérifier que les caractéristiques du bâtiment entrées dans le modèle sont représentatives de la réalité. L'utilisateur pourra vérifier que l'ordre de grandeur de la charge de pointe en chauffage, calculée par le modèle, est légèrement inférieure à la puissance du système de chauffage réellement installée dans le bâtiment ou dans un bâtiment équivalent.

Conversion d'unités : L'utilisateur peut choisir d'exprimer la charge de pointe en chauffage dans une autre unité en sélectionnant parmi la liste d'unités proposées : « MW », « million Btu/h », « hp chaudière », « tonne de réfrigération », « hp », « W ». Cette valeur est donnée à titre de référence seulement et n'est pas requise pour exécuter le modèle.

Données mensuelles

Dans cette section, le modèle calcule les charges thermiques mensuelles économisées en chauffage et en climatisation. L'utilisateur doit entrer le rayonnement solaire moyen journalier et la température moyenne journalière de chaque mois, pour le site du projet, dans les deux premières colonnes de la section.

Moyenne mensuelle du rayonnement quotidien sur l'horizontale

L'utilisateur indique, en (kWh/m²)/j, pour chaque mois, la quantité moyenne d'énergie solaire que reçoit chaque jour 1 m² de surface horizontale. Les données en (MJ/m²)/j, BTU/ft² et en cal/cm² (ou Langley) doivent être divisées respectivement par 3,6 et 317 et 86 pour obtenir des (kWh/m²)/j. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données météorologiques en ligne RETScreen.

Cette valeur varie de 0 dans les régions nordiques pendant la nuit polaire, à 8,5 (kWh/m²)/j en été dans les régions de climat tempéré.

Température moyenne mensuelle

L'utilisateur entre la température moyenne mensuelle, en °C. Cette température est utilisée pour prévoir la réflectivité du sol et pour calculer la température moyenne annuelle. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données météorologiques en ligne RETScreen.

Note : La feuille de calcul suppose que la réflectivité (albédo) du sol est de 0,2 lorsque la température moyenne mensuelle est supérieure à 0 °C et de 0,7 lorsqu'elle est inférieure à -5 °C. Le programme effectue une interpolation linéaire pour les températures intermédiaires.

Réduction de la demande en chauffage

Le modèle calcule la réduction mensuelle de la demande en chauffage du bâtiment proposé par rapport au bâtiment de référence, en kWh. La réduction de la demande est le résultat de l'utilisation de fenêtres plus performantes (valeur U plus basse et CARS plus élevé), et/ou mieux dimensionnées et mieux orientées pour favoriser les gains solaires.

Réduction de la demande en climatisation

Le modèle calcule la réduction mensuelle de la demande en climatisation du bâtiment proposé par rapport au bâtiment de référence, en kWh. La réduction est le résultat de l'utilisation de fenêtres ayant un CARS plus bas et/ou par l'utilisation de dispositifs d'ombrage efficaces.

Total des besoins thermiques économisés

Le modèle calcule la somme arithmétique des réductions de la demande d'énergie thermique en chauffage et en climatisation, en kWh.

Sommaire des caractéristiques du site

Cette section montre l'influence sur les gains solaires des fenêtres du cas proposé par rapport au bâtiment de référence. Les valeurs présentées dans cette section s'affichent automatiquement.

Rayonnement solaire annuel sur toutes les fenêtres

Le modèle calcule le rayonnement solaire annuel incident sur toutes les fenêtres du bâtiment (cas de référence et proposé), en MWh. Ces valeurs ne tiennent compte d'aucun ombrage. Elles représentent donc le potentiel énergétique solaire maximal qui pourrait être capté par les deux bâtiments à travers leurs fenêtres.

Gains solaires annuels de toutes les fenêtres

Le modèle calcule le rayonnement solaire annuel qui passe à travers toutes les fenêtres et qui chauffe le bâtiment (cas de référence et proposé), en MWh. Le modèle tient compte des propriétés physiques des fenêtres et de tous les dispositifs d'ombrage prévus dans la conception.

Gains solaires annuels utiles au chauffage

Le modèle calcule les gains solaires qui sont utiles au chauffage des bâtiments (cas de référence et proposé), c'est-à-dire, qui contribuent à abaisser la charge de chauffage du bâtiment, en MWh. Cette valeur représente donc les bénéfices du système de chauffage solaire passif. Puisqu'une partie des gains solaires survient en été alors que les besoins de chauffage sont nuls, ils sont considérés comme inutiles au chauffage et ne peuvent être pris en compte pour réduire la charge de chauffage du bâtiment.

Note : Arrivé à ce point, l'utilisateur retourne à la feuille de calcul *Modèle énergétique*.

Caractéristiques des fenêtres

Dans cette section du logiciel RETScreen d'analyse de projets sur les énergies propres, l'utilisateur détermine les caractéristiques des fenêtres utilisées et leurs coûts, ceci afin de fournir les données nécessaires aux feuilles de calcul *Modèle énergétique* et *Analyse des coûts*. La feuille de calcul *Caractéristiques des fenêtres* est utile lorsque l'on prévoit installer des fenêtres de dimensions ou encore de spécifications différentes sur un même côté du bâtiment. Lorsque la taille des fenêtres utilisées diffère de celle dont on a mesuré les performances, les effets de bord des cadres peuvent être pris en compte pour ajuster, par rapport aux valeurs globales des fenêtres testées, les propriétés thermiques des fenêtres installées (valeur U) ainsi que leur CARS d'apport de gains solaires. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen.

Calcul des caractéristiques des fenêtres

Le calcul des caractéristiques des fenêtres se fait dans deux tableaux. Le premier s'adresse aux fenêtres du cas de référence, le deuxième aux fenêtres du cas proposé. Une fois que l'utilisateur a fourni les données appropriées, le modèle calcule les valeurs qui apparaissent dans la section « Sommaire des caractéristiques des fenêtres » au bas de la feuille de calcul. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen.

Fenêtres de référence

L'utilisateur peut spécifier les données de jusqu'à 25 fenêtres différentes. Les données d'une fenêtre particulière sont entrées dans une même ligne du tableau. L'ordre d'entrée des données et des fenêtres n'est pas important mais la ligne de données doit être complète pour pouvoir être prise en compte par le modèle. Voici la description de chaque donnée à fournir dans la ligne, dans l'ordre des colonnes du tableau.

Orientation

L'utilisateur indique sur lequel des 4 côtés du bâtiment la ou les fenêtres décrites seront installées. Il choisit parmi les 4 options de la liste déroulante de la cellule « Façade » (pour la façade côté rue), « Côté gauche », « Côté droit » ou « Côté arrière » (pour le côté cour ou jardin). Pour passer à la cellule suivante de la même ligne, il suffit de presser le bouton <Tab> du clavier.

Type

L'utilisateur indique de quel type est la fenêtre décrite. Il choisit parmi les 4 options de la liste déroulante de la cellule : « À battants », « Fixe », « Porte-patio » (porte-fenêtre coulissante) ou « Coulissante ». Une fenêtre fixe est la plus simple à décrire ; elle ne s'ouvre pas. Une fenêtre à battants comprend un vantail qui peut s'ouvrir; l'axe de rotation peut être vertical ou horizontal (ou les deux pour une fenêtre oscillo-battante). Le vantail à axe horizontal peut s'ouvrir vers le

haut ou le bas, et l'extérieur ou l'intérieur. (Une fenêtre-auvent s'ouvre vers le haut et l'extérieur). Le vantail à axe vertical peut s'ouvrir vers l'intérieur (cas des fenêtres appelées « françaises » au Québec) ou vers l'extérieur (cas des fenêtres « à manivelles »). Les porte-patio et les fenêtres coulissantes (horizontales ou à guillotine) ont des vantaux qui coulissent l'un devant l'autre. La distinction entre les porte-patio et les fenêtres coulissantes tient juste à certains tests de certification qui les distinguent. Pour passer à la cellule suivante de la même ligne, il suffit de presser le bouton <Tab> du clavier. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen

Largeur

L'utilisateur précise la largeur de la fenêtre, en mm. La largeur est mesurée dans la direction horizontale et comprend le cadre de fenêtre.

Hauteur

L'utilisateur précise la hauteur de la fenêtre, en mm. La hauteur est mesurée dans la direction verticale et comprend le cadre de fenêtre.

Coût par fenêtre

L'utilisateur entre le coût de la fenêtre du type spécifié. S'il y a plusieurs fenêtres du même type sur un même côté de la maison, ce coût sera multiplié par le nombre de fenêtres pour avoir le coût total des fenêtres de ce type par côté de la maison, tel qu'il apparaît dans la section « Sommaire des caractéristiques des fenêtres » au bas de la feuille de calcul.

Quantité

L'utilisateur entre le nombre de fenêtres identiques sur un même côté de la maison. La surface de fenêtre qui apparaît plus loin dans la ligne est celle de la fenêtre spécifiée fois le nombre de fenêtres sur le même côté de la maison.

Surface

Le modèle calcule la surface de fenêtre, en m^2. La surface dépend du nombre de fenêtres et de leurs dimensions. Le modèle ajustera les propriétés thermiques et optiques des fenêtres utilisées en tenant compte de cette surface par rapport à celle de la fenêtre qui a été certifiée.

Centre du vitrage - Ucv

L'utilisateur entre la valeur U (l'inverse de la résistance thermique) mesurée au centre du vitrage, en $W/(m^2 \cdot °C)$. Plus cette valeur est faible, plus la fenêtre est isolante. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen.

Centre du vitrage - CARS$_{cv}$

L'utilisateur entre le coefficient d'apport de rayonnement solaire (CARS) mesuré au centre du vitrage. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen.

Fenêtre testée - Valeur U

L'utilisateur entre la valeur U de la fenêtre qui a servi au test de certification, en W/(m²-°C), et qui correspond au type de fenêtre choisie mais n'a pas forcément la même dimension. Cette valeur U devra donc être corrigée en fonction des dimensions de la fenêtre qui sera effectivement utilisée. RETScreen effectuera ce calcul. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen.

Fenêtre testée - CARS

L'utilisateur entre le coefficient d'apport de rayonnement solaire (CARS) de la fenêtre qui a servi au test de certification, et qui correspond au type de fenêtre choisie mais m'a pas forcément la même dimension. Cette valeur du CARS devra donc être corrigée en fonction des dimensions de la fenêtre qui sera effectivement utilisée. RETScreen effectuera ce calcul. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen.

Fenêtre utilisée - Valeur U

Le modèle calcule automatiquement, sur la base des renseignements donnés dans la ligne, la valeur corrigée de U pour les dimensions de la fenêtre effectivement utilisée, en W/(m²-°C). Normalement, la valeur ainsi obtenue est celle qui aurait été mesurée sur la fenêtre aux dimensions utilisées plutôt qu'aux dimensions de l'échantillon standard de test.

Fenêtre utilisée - CARS

Le modèle calcule automatiquement, sur la base des renseignements donnés dans la ligne, la valeur corrigée du CARS, pour les dimensions de la fenêtre effectivement utilisée. Normalement, la valeur ainsi obtenue est celle qui aurait été mesurée sur la fenêtre aux dimensions utilisées plutôt qu'aux dimensions de l'échantillon standard de test.

Description des fenêtres

L'utilisateur fait la description des fenêtres, et ce, à titre de référence seulement. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen.

Fenêtres du cas proposé

Ce tableau demande, pour les fenêtres du cas proposé, les mêmes variables d'entrée que celles qui ont été demandées pour les fenêtres de référence. On leur donnera cependant des valeurs différentes, selon les caractéristiques des fenêtres proposées, et les résultats seront en conséquence. Pour plus d'information sur l'utilisation de ce tableau, consulter la section précédente sur les fenêtres du cas de référence.

Copier cas de référence dans cas proposé

Pour accélérer l'entrée des données sur les fenêtres, on propose de copier les spécifications du tableau « Fenêtres du cas de référence » dans le tableau « Fenêtres du cas proposé ». Pour ce faire, il suffit de cliquer sur le bouton « Copier cas de référence dans cas proposé ». Après avoir copié les valeurs, l'utilisateur n'a plus qu'à modifier les dimensions ou les paramètres U et CARS qui distinguent la conception solaire passive du cas de référence. On rappelle qu'il est possible d'ajouter ou de supprimer des fenêtres par rapport au cas de référence.

Sommaire des caractéristiques des fenêtres

Cette section présente les propriétés globales des fenêtres de chacun des côtés du bâtiment. Ces valeurs sont calculées à partir des tableaux précédents, pour les fenêtres de référence et du cas proposé, aux dimensions réellement utilisées. Toutes ces valeurs, à part les coûts, seront reprises comme variables de calcul dans le *Modèle énergétique* si on a choisi « Oui » dans la liste déroulante de la question «Utiliser la feuille *Caractéristiques des fenêtres* ? ».

Surface

Le modèle calcule la surface totale de fenêtre (m^2) sur chacun des côtés du bâtiment, pour le cas de référence et pour le cas proposé.

Valeur U

Le modèle calcule la valeur U moyenne, en (W/m^2-°C), pondérée selon la surface de chaque fenêtre, des fenêtres de chacun des côtés du bâtiment, pour le cas de référence et pour le cas proposé.

CARS

Le modèle calcule la valeur moyenne, pondérée selon la surface de chaque fenêtre, du CARS des fenêtres de chacun des côtés du bâtiment, pour le cas de référence et pour le cas proposé.

Coût

Le modèle calcule, pour chacun des quatre côtés de la maison, le coût total des fenêtres d'un même côté, pour le cas de référence et pour le cas proposé. Ces valeurs seront reprises comme variables de calcul dans la feuille de calcul *Analyse des coûts,* si on a choisi l'option « Utiliser la feuille *Caractéristiques des fenêtres* » dans la liste déroulante de la question « Méthode d'entrée des coûts ».

Note : Arrivé à ce point, l'utilisateur retourne à la feuille de calcul *Modèle énergétique.*

Analyse des coûts[1]

Dans cette section du logiciel RETScreen d'analyse de projets sur les énergies propres, la feuille de calcul *Analyse des coûts* aide l'utilisateur à estimer les coûts relatifs à un projet de chauffage solaire passif. Le modèle considère les coûts d'investissement et les frais annuels. L'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen, pour contacter des fournisseurs et ainsi obtenir des prix ou toute autre information.

Généralement, il est plus avantageux d'appliquer les principes du chauffage solaire passif à la construction neuve. En effet, les concepteurs ont alors une plus grande liberté de choix de l'orientation des fenêtres et d'installer des dispositifs d'ombrage à coût moindre. Toujours dans le cas de la construction neuve, les fenêtres standards (cas de référence) sont remplacées par des fenêtres performantes et on ne considère alors que le surcoût des fenêtres performantes dans le modèle. De plus, le concepteur d'une construction neuve peut alors tirer bénéfice de la plus faible charge de pointe en chauffage pour réduire la puissance installée du système de chauffage, et parfois même de climatisation. Le chauffage solaire passif peut aussi être très avantageux dans l'habitat ancien lorsque des rénovations majeures sont prévues pour améliorer l'enveloppe du bâtiment. Tout comme pour le cas de la construction neuve, on bénéficiera alors d'un crédit égal à la valeur des fenêtres standards qui auraient été installées et qui sont remplacées par des fenêtres performantes. Dans le troisième cas, il peut être avantageux d'appliquer les principes du chauffage solaire passif dans l'habitat ancien même si aucune rénovation n'est planifiée. On vérifiera alors que le coût des fenêtres performantes et des équipements connexes sera remboursé par les économies d'énergie à l'intérieur d'une période de temps acceptable.

Type d'analyse

L'utilisateur choisit le type d'analyse à partir de la liste déroulante. Pour une « analyse de préfaisabilité », le modèle exige des estimations moins détaillées et moins précises, alors qu'une « analyse de faisabilité » exige généralement plus détails et de précision dans les estimations.

Pour mieux comprendre le contexte, il faut se placer dans la situation dans laquelle on se trouve lorsque l'on présente une demande de financement d'un projet énergétique à un organisme de prêt ou de subvention. Il est vraisemblable que les premières questions qui seront posées tourneront autour de « Est-ce que votre évaluation des coûts est précise ? Quelle est la probabilité qu'il y ait un dépassement des coûts ? Comment ce projet se compare-t'il financièrement à d'autres options ? » Il est très difficile de répondre à ces questions avec un quelconque niveau de confiance. En effet, quiconque aura préparé les données d'un tel projet aura eu à se débattre entre deux contradictions :

[1] On rappelle à l'utilisateur que la plage de coût indicative donnée dans cette version de RETScreen est exprimée en $ canadiens, basés sur les prix de 2000. Certains prix peuvent fortement varier dans le temps, aussi, l'utilisateur doit s'assurer de leur validité. (1 $ canadien valait environ 0,68 $US et 0,68 Euro au 1er janvier 2000).

- Maintenir à un faible niveau les frais de développement du projet, au cas où son financement ne pourrait pas être réalisé, ou au cas où le projet s'avérerait non rentable en comparaison d'une autre option énergétique.

- Engager des frais de conception et du temps additionnels, afin de pouvoir évaluer avec plus de précision et de confiance les coûts du projet et de connaître plus précisément les quantités d'énergie économisées ou produites par le projet.

Pour éviter autant que possible la situation d'avoir à choisir entre les deux positions, il est habituellement recommandé de faire progresser le projet selon les quatre étapes suivantes

- Analyse de préfaisabilité

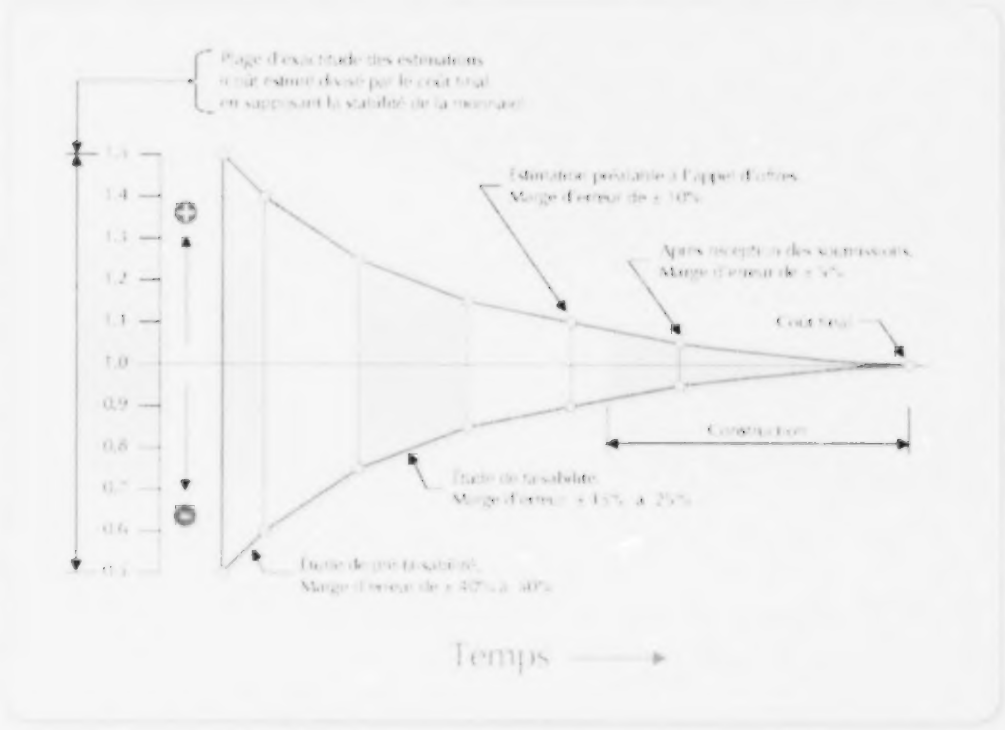
- Analyse de faisabilité

- Développement (incluant le montage financier) et conception

- Construction et mise en service

En passant d'une étape à l'autre, on peut augmenter plus ou moins d'un ordre de grandeur les montants à engager pour les compléter. Mais à chaque fois aussi, le niveau d'incertitude dans l'estimé des coûts du projet est réduit environ de moitié. Ce processus est illustré dans la figure d'exactitude des estimations de coûts de projets [Gordon, 1989], qui s'applique aux projets hydroélectriques.

À la fin de chaque étape, le promoteur du projet considère généralement être arrivé à un point où il doit décider s'il passe ou non à l'étape suivante du projet. Des études de préfaisabilité et de faisabilité de haute qualité, mais à coût abordable, sont donc très importantes aux yeux des promoteurs car elles leur permettent d'éliminer plus rapidement des projets qui n'ont pas de sens au plan financier, mais aussi d'identifier, avant même de s'engager dans la construction, sur quels points particuliers il vaut mieux consacrer ses efforts lors du développement et de la conception du projet. Le logiciel RETScreen d'analyse de projets sur les énergies propres peut être aussi bien utilisé pour préparer une première analyse de préfaisabilité que pour préparer une analyse de faisabilité plus détaillée.



Exactitude des estimations de coûts de projets [Gordon, 1989]

Devise

L'analyse d'un projet avec RETScreen peut se faire dans n'importe quelle monnaie choisie dans la cellule « Devise » de la feuille de calcul *Analyse des coûts*.

L'utilisateur sélectionne la devise. Ce choix se répercutera sur toutes les cellules où des coûts sont impliqués dans le projet d'analyse. Par exemple, si l'utilisateur choisit « $ », tous les champs d'ordre monétaire seront exprimés en $.

L'option « Définie par l'utilisateur » permet d'entrer manuellement un autre symbole monétaire dans une cellule voisine à la liste déroulante « Devise ». L'entrée est limitée à 3 caractères (p. ex. $US, £, ¥, etc.). Cette option offre aussi la possibilité d'utiliser des facteurs multiplicatifs qui aident la lecture des données financières de projets d'envergure (par exemple k $ permet d'éliminer un facteur 1 000 dans la présentation des coûts en $).

L'utilisateur peut également choisir « Aucune » pour n'utiliser aucune devise. Dans le cas des valeurs normalisées (p. ex. $/kWh), l'unité monétaire sera remplacée par un tiret (-/kWh).

En désignant un pays dans la liste déroulante, on obtient automatiquement le code de devise à trois lettres de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), par exemple AFA pour

l'Afghanistan. Généralement, les deux premières lettres caractérisent le pays (AF pour Afghanistan) et la dernière la monnaie (A pour Afghani).

Dans certains projets (par exemple lorsque plusieurs équipements sont importés mais que le reste du projet est acheté localement), il peut être pratique d'utiliser deux monnaies différentes. Pour ce faire, l'utilisateur peut utiliser l'option « Deuxième devise » dans la liste déroulante de la cellule « Coûts de référence ».

Certains symboles de devises peuvent être difficiles à lire à l'écran (p. ex. €); ce problème est causé par la valeur du zoom applicable à la feuille de calcul. L'utilisateur peut augmenter le zoom de façon à voir correctement ces symboles. Habituellement, les symboles sont bien lisibles à l'impression même s'ils n'apparaissent pas correctement à l'écran.

Coûts de référence

Dans la feuille de calcul *Analyse des coûts*, l'utilisateur peut choisir différentes bases de référence pour l'aider à estimer les coûts d'implantation d'un projet. Il a ainsi la possibilité de modifier les colonnes « Plage/quantité » et « Plage/coût » en utilisant l'une des 3 options suivantes : « Canada - 2000 », « Aucun », « Deuxième devise », ou un choix de 8 options définies par l'utilisateur (« Entrée 1 », « Entrée 2 », etc.).

Si l'utilisateur choisit « Canada - 2000 » les plages de valeurs données dans les colonnes « Plage/quantité » et « Plage/coût » concernent des projets au Canada, avec des coûts en $ canadiens, valides en 2000.

Si l'utilisateur choisit « Aucun », les colonnes « Plage/quantité » et « Plage/coût » sont cachées. Cela permet d'alléger la présentation d'un rapport utilisant les feuilles de calcul de RETScreen.

Si l'utilisateur choisit « Deuxième devise », deux nouvelles cellules d'entrée de données apparaissent à la ligne suivante : « Deuxième devise » et « Taux : 1re devise/2e devise ». De plus, les colonnes « Plage/quantité » et « Plage/coût » sont chacune remplacées par « % étranger » et « Montant étranger ». Cette option permet à l'utilisateur d'exprimer certains coûts du projet en une seconde devise, tenant ainsi compte des montants qui doivent être payés dans une devise autre que celle choisie pour l'analyse de projet. Bien noter que ces colonnes sont données à titre indicatif seulement et n'ont aucune incidence sur les calculs et l'analyse des autres feuilles de calcul.

Si l'utilisateur choisit « Entrée 1 » (ou un quelconque des 8 autres choix possibles), il peut entrer manuellement d'autres valeurs de quantités ou de coûts, spécifiques à la région d'implantation du projet, ou pour une autre année de référence des coûts. L'utilisateur peut ainsi personnaliser le contenu des colonnes « Plage/quantité » et « Plage/coût ». Au lieu d'entrer « Entrée 1 » l'utilisateur peut écrire ce qu'il veut (p. ex. Japon - 2001) pour décrire de nouvelles plages de coûts et de quantités. L'utilisateur peut aussi utiliser plusieurs plages de coûts et quantités dans un même projet (on peut en choisir jusqu'à 8 différentes), permettant d'évaluer en parallèle jusqu'à 8 scénarios différents de coûts et quantités qui peuvent être utilisés à titre de référence

pour des analyses ultérieures avec RETScreen, créant ainsi une nouvelle base locale de données de référence.

Deuxième devise

Dans certains projets (par exemple lorsque plusieurs équipements sont importés mais que le reste du projet est acheté localement), il peut être pratique d'utiliser une deuxième unité monétaire. Pour ce faire, l'utilisateur choisira « Deuxième devise » dans la liste déroulante de la cellule « Coûts de référence ».

L'option « $ » fait apparaître « $ » comme unité monétaire dans la colonne « Montant étranger ».

L'option « Définie par l'utilisateur » permet d'entrer manuellement d'autres symboles monétaires dans la cellule de la liste déroulante. On devra se limiter à 3 caractères (p. ex. $US, £, ¥, etc.). Cette option offre aussi la possibilité d'utiliser des facteurs multiplicatifs qui aident la lecture des données financières de projets d'envergure (par exemple k $ permet d'éliminer un facteur 1 000 dans la présentation des coûts en $).

En choisissant « Aucune », il n'y a aucun symbole monétaire qui apparaîtra dans la colonne « Montant étranger ».

En désignant un pays dans la liste déroulante, on obtient automatiquement le code de devise à trois lettres de l'Organisation internationale de normalisation (ISO), par exemple AFA pour l'Afghanistan. Généralement, les deux premières lettres caractérisent le pays (AF pour Afghanistan) et la dernière la monnaie (A pour Afghani).

Certains symboles de devises peuvent être difficiles à lire à l'écran (p. ex. €); ce problème est causé par la valeur du zoom applicable à la feuille de calcul. L'utilisateur peut augmenter le zoom de façon à voir correctement ces symboles. Habituellement, les symboles sont bien lisibles à l'impression même s'ils n'apparaissent pas correctement à l'écran.

Taux : 1re devise/2e devise

L'utilisateur indique le taux de change entre la monnaie choisie dans « Devise » et celle de « Deuxième devise ». Ce taux de change sert uniquement à calculer les montants de la colonne « Montant étranger » et n'affecte aucunement les résultats des autres feuilles de calcul. Ce taux de change exprime la quantité d'argent de la première unité monétaire nécessaire à l'achat d'une unité de la deuxième monnaie.

Par exemple, pour un projet en Afghanistan, la « Devise » choisie pour le projet (la « première » monnaie) serait (AFA). Si l'utilisateur choisit les États-Unis (USD) comme « Deuxième devise », le «Taux : AFA/USD » est la quantité d'AFA nécessaire pour obtenir 1 USD. En utilisant ensuite la colonne « % étranger », l'utilisateur pourra automatiquement calculer les coûts de ce projet qui devront être payés en USD.

% étranger

L'utilisateur entre le pourcentage du coût d'un composant qui doit être payé dans une autre monnaie. La deuxième devise est choisie dans la liste déroulante qui est offerte dans la nouvelle cellule « Deuxième devise ».

Montant étranger

Le modèle calcule le montant d'un composant ou d'un service qui devra être payé dans la deuxième devise. Cette valeur dépend du taux de change et du pourcentage du coût d'un composant qui doit être payé dans une autre monnaie tel que spécifiés par l'utilisateur.

Coûts d'investissement (crédits)

Les coûts initiaux de mise en œuvre d'un projet de chauffage solaire passif sont exposés en détail sous cette section. Ils entrent dans les catégories suivantes : étude de faisabilité, de développement, travaux de conception et d'ingénierie, achat et installation des équipements énergétiques, implantation des infrastructures connexes, et coûts divers.

Étude de faisabilité

Quand l'analyse de préfaisabilité effectuée à l'aide du modèle RETScreen conclut que le projet de chauffage solaire passif peut être rentable, on recommande de passer à une étude de faisabilité plus détaillée s'il s'agit d'un projet de grande envergure ou d'un projet particulier (multilogements, projet résidentiel d'envergure, design hors standard, etc.). En général, les coûts liés à l'étude de faisabilité et au développement de projet de chauffage solaire passif sont relativement bas et même négligeable pour les petits projets.

Note : Le logiciel RETScreen d'analyse de projets sur les énergies propres peut servir à préparer l'étude de faisabilité.

Conception préliminaire

Typiquement, l'étape de conception préliminaire est nécessaire pour évaluer en détail le potentiel de production énergétique du projet de chauffage solaire passif. Ce travail se fait généralement à l'aide d'outils de simulation informatique et les caractéristiques architecturales détaillées du bâtiment. Cette étude devrait permettre de raffiner le dimensionnement et l'orientation des fenêtres, d'évaluer avec plus de précision les besoins de masse thermique et l'emplacement des dispositifs d'ombrage.

Une fois le potentiel de production énergétique évalué, on passe à la réalisation des dessins préliminaires du bâtiment. Puis on utilise les résultats de la conception préliminaire pour établir une estimation plus détaillée des coûts.

Le temps requis pour réaliser la conception préliminaire et l'estimation détaillée des coûts se situe ordinairement entre 0 et 12 heures par bâtiment. Les honoraires à considérer varient entre 40 $ et 100 $ de l'heure.

Autres

Ces cellules permettent de regrouper tous les coûts ou les crédits d'une étape du projet qui ne sont pas couverts ailleurs. L'utilisateur peut y entrer une « Quantité » et un « Coût unitaire ». Le « Coût unitaire » doit toujours être un nombre positif. Plutôt que d'affecter un signe positif ou négatif, l'utilisateur doit choisir dans la liste déroulante offerte dans la colonne « Unité » entre « Coût » ou « Crédit ».

L'utilisateur peut entrer un nom pour identifier le coût d'un produit ou d'un service à considérer dans la cellule grise de la première colonne. Il suffit ensuite de sélectionner l'option « Coût » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». Ce poste budgétaire sert à tenir compte des différences entre les projets, les technologies ou les régions qui n'ont pas été expressément signalées dans l'information générale fournie.

Dans cette même cellule grise un crédit peut être imputé à un produit ou à un service. L'utilisateur choisit pour cela l'option « Crédit » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». En effet, un projet peut être crédité des coûts en matériel ou main-d'œuvre qui auraient dus être de toute façon consacrés au projet de référence ou à la source conventionnelle d'énergie. Un crédit apparaîtra comme négatif dans la colonne « Montant ».

Développement

On entreprend la phase de développement lorsque l'étude de faisabilité (ou parfois l'étude de préfaisabilité) montre que le projet de chauffage solaire passif est rentable ou viable. Dans certains cas, l'étude de faisabilité et les activités de développement et d'ingénierie peuvent se dérouler en même temps, selon le niveau de risque et de rendement de l'investissement que le promoteur juge acceptable. En général, le coût de développement de projet solaire passif est nul ou relativement bas. On laisse par contre à l'utilisateur la possibilité d'entrer un coût sous le sujet « Autres » selon les particularités du projet.

Autres

Ces cellules permettent de regrouper tous les coûts ou les crédits d'une étape du projet qui ne sont pas couverts ailleurs. L'utilisateur peut y entrer une « Quantité » et un « Coût unitaire ». Le « Coût unitaire » doit toujours être un nombre positif. Plutôt que d'affecter un signe positif ou négatif, l'utilisateur doit choisir dans la liste déroulante offerte dans la colonne « Unité » entre « Coût » ou « Crédit ».

L'utilisateur peut entrer un nom pour identifier le coût d'un produit ou d'un service à considérer dans la cellule grise de la première colonne. Il suffit ensuite de sélectionner l'option « Coût » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». Ce poste budgétaire sert à tenir compte des

différences entre les projets, les technologies ou les régions qui n'ont pas été expressément signalées dans l'information générale fournie.

Dans cette même cellule grise un crédit peut être imputé à un produit ou à un service. L'utilisateur choisit pour cela l'option « Crédit » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». En effet, un projet peut être crédité des coûts en matériel ou main-d'œuvre qui auraient dus être de toute façon consacrés au projet de référence ou à la source conventionnelle d'énergie. Un crédit apparaîtra comme négatif dans la colonne « Montant ».

Conception/Ingénierie

La phase d'ingénierie comprend les frais engagés pour la conception du projet de chauffage solaire passif, le calcul des structures, l'élaboration des soumissions et contrats, et la supervision des travaux de construction. Lorsque la réalisation des travaux est régie par un contrat de type ingénierie-construction, tous ces frais sont facturés par le fournisseur ou l'entrepreneur chargé du projet. Dans le cas d'un projet attribué sur appel d'offres fondé sur un devis préparé par un consultant, il faudra compter des frais d'ingénierie ou d'architecture facturés par le consultant chargé de la supervision du projet et peut-être aussi par le fournisseur du matériel.

Conception détaillée

On compte sous ce sujet, le temps consacré à la conception du projet de chauffage solaire passif, à la préparation des dessins techniques et à l'élaboration du devis. Les dessins d'installation peuvent ne pas être nécessaires pour les petits projets, auquel cas on peut ne pas avoir à les compter comme frais de conception.

La conception d'un projet de chauffage solaire passif et la préparation des dessins techniques détaillés peuvent prendre entre 0 et 20 heures. Les honoraires des concepteurs peuvent varier entre 40 $ et 100 $ de l'heure.

Conception de la structure

Lorsqu'il s'agit d'un bâtiment comprenant de grandes surfaces de vitrage ou de grandes avancées de toit en saillie, il peut être nécessaire de consacrer un surplus d'heures d'ingénierie pour la vérification des structures. Dans la plupart des cas, cette étape n'est pas nécessaire.

Le temps nécessaire pour le calcul des structures et la préparation des dessins de détail correspondants dépend de la complexité de la conception. On retiendra la valeur 0 pour les petits projets. Inscrire de 5 à 15 heures lorsqu'il faut préparer des dessins détaillés ou obtenir l'approbation des plans par un ingénieur. Les tarifs des spécialistes en calcul de structures vont de 40 $ à 100 $ de l'heure.

Appels d'offres et contrats

Habituellement, quand les travaux de génie sont terminés, on produit des documents d'appels d'offres pour choisir les entrepreneurs qui exécuteront les travaux. Une fois les appels d'offres lancés, s'engage le processus d'adjudication de contrats, qui implique des négociations et l'établissement des relations nécessaires à l'exécution du projet.

Le temps nécessaire pour produire les documents d'appels d'offres varie selon la complexité et la taille du projet. Pour des maisons standards et des projets de rénovation, une valeur de 0 est généralement entrée. Pour de grands projets à caractère exceptionnel, il faut compter entre 5 et 10 heures, à raison de 40 $ à 100 $ de l'heure.

Surveillance des travaux

Les coûts de supervision des travaux de construction comprennent tous les coûts qu'on engagera pour veiller à ce que les installations soient construites conformément aux plans et devis. Cette supervision peut être assurée par le consultant chargé du projet, le fournisseur de l'équipement ou le gestionnaire du projet. La surveillance des travaux nécessite des inspections régulières du chantier.

L'utilisateur entre une valeur de 0 pour la plupart des projets. Pour de grands projets à caractère exceptionnel, le temps consacré à la supervision de la construction peut atteindre entre 5 et 10 heures. Les tarifs pratiqués vont de 40 $ à 100 $ de l'heure.

Autres

Ces cellules permettent de regrouper tous les coûts ou les crédits d'une étape du projet qui ne sont pas couverts ailleurs. L'utilisateur peut y entrer une « Quantité » et un « Coût unitaire ». Le « Coût unitaire » doit toujours être un nombre positif. Plutôt que d'affecter un signe positif ou négatif, l'utilisateur doit choisir dans la liste déroulante offerte dans la colonne « Unité » entre « Coût » ou « Crédit ».

L'utilisateur peut entrer un nom pour identifier le coût d'un produit ou d'un service à considérer dans la cellule grise de la première colonne. Il suffit ensuite de sélectionner l'option « Coût » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». Ce poste budgétaire sert à tenir compte des différences entre les projets, les technologies ou les régions qui n'ont pas été expressément signalées dans l'information générale fournie.

Dans cette même cellule grise un crédit peut être imputé à un produit ou à un service. L'utilisateur choisit pour cela l'option « Crédit » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». En effet, un projet peut être crédité des coûts en matériel ou main-d'œuvre qui auraient dus être de toute façon consacrés au projet de référence ou à la source conventionnelle d'énergie. Un crédit apparaîtra comme négatif dans la colonne « Montant ».

Équipements énergétiques

Le sujet « Équipements énergétiques » comprend, le coût des fenêtres et des équipements connexes. Différentes méthodes pour entrer ces données sont présentées. Pour plus d'information l'utilisateur peut aussi consulter la base de données de produits en ligne RETScreen pour contacter des fournisseurs et ainsi obtenir des prix ou toute autre information.

Méthode d'entrée des coûts

Il y a trois méthodes pour entrer les coûts des fenêtres dans le modèle.

1. La première méthode est basée sur la feuille de calcul *Caractéristiques des fenêtres*. Pour utiliser cette méthode, l'utilisateur sélectionne « Utiliser la feuille *Caractéristiques des fenêtres* » dans la liste déroulante. Cette méthode ne requiert aucune autre entrée de la part de l'utilisateur.

2. La seconde méthode consiste à entrer le coût des fenêtres par mètre carré pour chaque côté de la bâtisse. L'utilisateur sélectionnera alors « Entrer coût au m² » dans la liste déroulante pour utiliser cette méthode.

3. La troisième méthode, activée en sélectionnant « Entrer coût total par côté » dans la liste déroulante, consiste à entrer le coût total des fenêtres pour chaque orientation du bâtiment.

L'utilisateur choisit une des méthodes d'entrée des coûts à partir de la liste déroulante. Noter que si l'utilisateur a choisit « Non » sous le sujet « Utiliser la feuille *Caractéristiques des fenêtres* ? » de la feuille de calcul *Modèle énergétique*, l'utilisateur ne devra pas utiliser la première méthode pour entrer les coûts (« Utiliser feuille *Caractéristiques des fenêtres* »).

Dans la première méthode, on suppose que l'utilisateur a déjà entré les coûts individuels des fenêtres dans la feuille de calcul *Caractéristiques des fenêtres*. Les coûts totaux apparaissent automatiquement dans les espaces appropriés. Les coûts des fenêtres de référence apparaissent en valeurs négatives (crédits). Cette méthode est avantageuse lorsque l'on connaît les spécifications techniques et le coût réel ou estimé de chaque fenêtre.

La deuxième méthode est utilisée lorsque l'on connaît le coût global des fenêtres par côté. En sélectionnant « Entrer coût au m² » à partir de la liste déroulante, le modèle crée une colonne ombrée dans laquelle l'utilisateur pourra entrer le coût des fenêtres par m² pour chaque côté de la bâtisse. Des indications pour déterminer un coût approximatif sont données sur le côté droit de la feuille de calcul ainsi que dans ce manuel. On suggère d'utiliser cette méthode si l'on ne dispose que de peu d'information sur les coûts des fenêtres.

La troisième méthode, activée en sélectionnant « Entrer coût total par côté » dans la liste déroulante, crée des cellules ombrées dans la feuille de calcul dans lesquelles l'utilisateur entre le coût total des fenêtres pour chaque côté du bâtiment. Les coûts des fenêtres de référence apparaissent dans la colonne « Montant » et doivent avoir des valeurs négatives (crédits). Cette

méthode est recommandée quand on dispose d'un bon estimé du coût total des fenêtres et qu'il n'est pas utile ou nécessaire d'avoir les coûts détaillés.

Fenêtres de référence (façade, gauche, droit, arrière) crédit

Le type d'information entrée sous ce sujet varie selon la sélection qui a été faite dans la liste déroulante spécifiée sous « Méthode d'entrée des coûts ». Les coûts des fenêtres de référence paraissent comme un crédit dans la colonne « Montant » parce qu'ils sont considérés comme des coûts évités puisque le modèle assume que les fenêtres proposées remplacent les fenêtres de référence. Le manufacturier, s'il est connu, peut fournir les coûts des fenêtres. Autrement, on peut consulter le tableau pour un estimé. Le tableau donne une gamme de prix au m² de fenêtres à double vitrage standard et les surcoûts à ajouter selon les options choisies. En général, les fenêtres avec cadre de vinyle sont moins chères tandis que les fenêtres avec cadre de bois et fibre de verre sont de plus haut de gamme. Les fenêtres avec cadre d'aluminium, incluant un coupe-pont thermique, ont un coût intermédiaire.

Coût fenêtre et installation en $/m²			
Fenêtre	**Type mobile**	**Type fixe**	**Installation**
Double vitrage	200$ à 400$	100$ à 200$	100$ à 200$
+ basse émissivité	+ 20$	+ 20$	+ 0$
+ argon	+ 10$	+ 10$	+ 0$
+ intercalaire isolant	+ 10$	+ 10$	+ 0$
+ vitrage additionnel	+ 35$	+ 35$	+ 10$

Coûts typiques au m² de fenêtres et de leur installation

Cas de référence - crédit pour installation

Puisque le coût d'installation des fenêtres de référence est évité dans la construction du bâtiment solaire passif, cette valeur est entrée comme un crédit. Le tableau des coûts typiques au m² de fenêtres et de leur installation donne un estimé typique de coût d'installation. Dans l'estimer du coût d'installation, il faut toujours considérer qu'il est plus coûteux d'installer plusieurs petites fenêtres qu'une grande fenêtre de surface équivalente.

Fenêtres proposées (façade, gauche, droit, arrière)

Le type d'information entrée sous ce sujet varie selon la sélection qui a été faite dans la liste déroulante « Méthode d'entrée des coûts ». Dans un projet de chauffage solaire passif, le type de fenêtre sera déterminé en fonction de l'orientation du mur du bâtiment. C'est pour cette raison que l'on a séparé les coûts pour chacun des côtés de la maison. Le manufacturier peut être consulté pour fournir les coûts des fenêtres. Sinon consulter le tableau des coûts typiques au m² de fenêtres et de leur installation pour un estimé. Ce tableau donne une gamme de prix au m² de fenêtres à double vitrage standard et le surcoût à considérer selon les options choisies. Noter que chacune de ces options améliorera l'efficacité énergétique de la fenêtre. Par exemple, une fenêtre ouvrante à triple vitrage avec 2 films basse émissivité et 2 espaces remplis à l'argon, comportant 2 intercalaires isolants va coûter 200 $ + 35 $ + 2*20 $ + 2*10 $ + 2*10 $ = 315 $ par m².

Cas proposé - installation

L'utilisateur entre le coût d'installation des fenêtres utilisées dans le projet de chauffage solaire passif. Le tableau des coûts typiques au m² de fenêtres et de leur installation donne un estimé de coût typique d'installation. En général, le coût d'installation des fenêtres ne varie pas en fonction du type de fenêtre mais plutôt en fonction du nombre à installer. On utilise le coût minimum de la plage proposée si des fenêtres de grandes surfaces sont utilisées. On utilisera par contre le coût maximum de la plage proposée si de nombreuses petites fenêtres sont utilisées dans le projet.

Autres

Ces cellules permettent de regrouper tous les coûts ou les crédits d'une étape du projet qui ne sont pas couverts ailleurs. L'utilisateur peut y entrer une « Quantité » et un « Coût unitaire ». Le « Coût unitaire » doit toujours être un nombre positif. Plutôt que d'affecter un signe positif ou négatif, l'utilisateur doit choisir dans la liste déroulante offerte dans la colonne « Unité » entre « Coût » ou « Crédit ».

L'utilisateur peut entrer un nom pour identifier le coût d'un produit ou d'un service à considérer dans la cellule grise de la première colonne. Il suffit ensuite de sélectionner l'option « Coût » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». Ce poste budgétaire sert à tenir compte des différences entre les projets, les technologies ou les régions qui n'ont pas été expressément signalées dans l'information générale fournie.

Dans cette même cellule grise un crédit peut être imputé à un produit ou à un service. L'utilisateur choisit pour cela l'option « Crédit » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». En effet, un projet peut être crédité des coûts en matériel ou main-d'œuvre qui auraient dus être de toute façon consacrés au projet de référence ou à la source conventionnelle d'énergie. Un crédit apparaîtra comme négatif dans la colonne « Montant ».

Infrastructures connexes

Les infrastructures connexes d'un projet de chauffage solaire passif comprennent la réduction de la capacité du système de chauffage et du système de climatisation. Les infrastructures connexes comprennent aussi les ajouts au bâtiment qui permettent d'en améliorer l'efficacité énergétique, tel que : dispositifs d'ombrage, matériaux permettant d'augmenter la masse thermique du bâtiment.

Crédit pour système de chauffage

Puisqu'un projet de chauffage solaire passif peut permettre de diminuer la charge de pointe en chauffage, il est possible d'installer un système de plus basse capacité et donc de réduire son coût à l'achat (fournaise/chaudière, tuyauterie ou conduite de distribution plus petite). L'économie ainsi réalisée apparaît comme un crédit dans la colonne « Montant ». Ce crédit n'est possible que pour un projet de construction neuve ou pour un projet de rénovation où le système de chauffage doit être remplacé.

Le crédit associé à la réduction de la capacité du système de chauffage peut être difficile à déterminer. On peut l'estimer, pour un bâtiment de faible hauteur entre 25 $/kW à 100 $/kW en tenant compte de la fournaise elle-même et des équipements de distribution de la chaleur qui pourraient être réduits en dimension. Il est probable qu'il n'y aura pas de crédit si la réduction de la capacité du système est de moins de 3 kW. Cette valeur, en kW, est calculée par le modèle et présentée sous « Réduction de la charge de pointe en chauffage » dans la section « Production annuelle d'énergie » de la feuille *Modèle énergétique*.

L'utilisation de fenêtres performantes élimine souvent l'obligation d'avoir recourt à du chauffage périphérique car la température de ses vitres intérieures est supérieure à celle des vitres de fenêtres standards, d'où un confort accru. Le coût des équipements de distribution de chaleur (tuyauterie, conduites d'air) peut donc être réduit davantage en localisant les plinthes, les convecteurs et/ou les bouches d'air chaud, le long des murs intérieurs, plus près de la tuyauterie ou de la conduite maîtresse. Un crédit de l'ordre de 50 $/pièce ou de 100 $/kW à 200 $/kW est possible en localisant les équipements de distribution d'air chaud le long des murs intérieurs.

Crédit pour système de climatisation

Puisqu'un projet de chauffage solaire passif peut permettre de diminuer la charge de pointe en climatisation, il est possible d'installer un système de climatisation de plus basse capacité et donc de réduire son coût à l'achat. L'économie ainsi réalisée apparaît comme un crédit dans la colonne « Montant ».

Le crédit associé à la réduction de la capacité du système de climatisation peut être difficile à déterminer. On peut l'estimer, pour un bâtiment de faible hauteur entre 300 $/kW à 400 $/kW, en tenant compte de la réduction du coût de l'appareil et des équipements de distribution de plus petite dimension. Il est probable qu'il n'y aura pas de crédit si la réduction de la capacité du système est de moins de 2 kW.

Surcoût des dispositifs d'ombrage

L'utilisateur entre le coût des dispositifs d'ombrage qui sont utilisés dans la conception du bâtiment solaire passif. Dans la plupart des cas, les dispositifs d'ombrage font partie intégrante du bâtiment, servant à améliorer l'esthétique ou à offrir une protection contre la pluie. Pour ces raisons, le surcoût de ces dispositifs est souvent négligeable.

Autres

Ces cellules permettent de regrouper tous les coûts ou les crédits d'une étape du projet qui ne sont pas couverts ailleurs. L'utilisateur peut y entrer une « Quantité » et un « Coût unitaire ». Le « Coût unitaire » doit toujours être un nombre positif. Plutôt que d'affecter un signe positif ou négatif, l'utilisateur doit choisir dans la liste déroulante offerte dans la colonne « Unité » entre « Coût » ou « Crédit ».

L'utilisateur peut entrer un nom pour identifier le coût d'un produit ou d'un service à considérer dans la cellule grise de la première colonne. Il suffit ensuite de sélectionner l'option « Coût » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». Ce poste budgétaire sert à tenir compte des différences entre les projets, les technologies ou les régions qui n'ont pas été expressément signalées dans l'information générale fournie.

Dans cette même cellule grise un crédit peut être imputé à un produit ou à un service. L'utilisateur choisit pour cela l'option « Crédit » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». En effet, un projet peut être crédité des coûts en matériel ou main-d'œuvre qui auraient dus être de toute façon consacrés au projet de référence ou à la source conventionnelle d'énergie. Un crédit apparaîtra comme négatif dans la colonne « Montant ».

Divers

Cette catégorie regroupe tous les frais divers engagés pendant l'exécution du projet qui n'ont pas été pris en compte dans les autres sujets. Pour les projets de chauffage solaire passif, il peut s'agir des frais généraux de l'entrepreneur, des coûts de formation et des frais imprévus.

Frais généraux

Les entrepreneurs généraux prévoient dans leurs prix une marge permettant de couvrir leurs frais généraux et, lorsqu'ils font appel à des sous-traitants, leurs frais d'administration de contrats. Le taux de majoration appliqué représente de 10 à 30 % du coût total du projet. Cette majoration est appliquée sur le surcoût que représente le projet de chauffage solaire passif, soit le coût total du projet moins les coûts évités.

Frais imprévus

La provision pour les frais imprévus dépend du degré d'exactitude des estimations des coûts. L'estimation des frais imprévus est basée sur un pourcentage, déterminé par l'utilisateur, du coût total du projet. Les frais imprévus sont donc proportionnels au coût du projet incluant les crédits.

La provision pour les frais imprévus devrait être basée sur le degré d'exactitude des estimations des coûts du projet au stade de l'analyse de préfaisabilité. Généralement, une étude de préfaisabilité comporte une marge d'erreur de 40 à 50 %. Toutefois, le degré d'exactitude dépend du savoir-faire de l'équipe chargée de l'analyse, de l'envergure du projet examiné, de l'énergie consacrée à l'exécution de cette analyse, de la précision et de la fiabilité des données recueillies. Vu la simplicité relative des projets de chauffage solaire passif, un utilisateur du modèle qui a l'expérience pourrait certainement produire des estimations présentant une marge d'erreur de 5 à 40 % du coût initial du projet.

Frais annuels (crédits)

L'exploitation d'un bâtiment solaire passif peut comporter des coûts annuels additionnels ou même des crédits annuels par rapport à une maison traditionnelle. En général, les frais ou les crédits annuels représentent une petite fraction du coût global du système.

Combustible/Électricité

Puissance souscrite supplémentaire

Selon la grille tarifaire utilisée, il y a un potentiel de réduction (ou d'augmentation) des coûts au niveau de la puissance électrique souscrite dans le cas où le projet amène une réduction (ou une augmentation) de la charge de pointe en chauffage (pour du chauffage électrique seulement) et/ou en climatisation. Les réductions des charges de pointe en chauffage et en climatisation sont présentées dans la feuille *Modèle énergétique* et servent de référence pour fixer la valeur à entrer sous « Quantité » en kW.

Le coût de la puissance souscrite entré sous « Coût unitaire » en $/kW (basé sur la moyenne annuelle), dépendra de la grille tarifaire utilisée par le distributeur d'énergie électrique locale. La différence de puissance souscrite est appliquée uniformément sur l'année entière.

Coûts périodiques (crédits)

Sous cette rubrique, l'utilisateur peut préciser les coûts ou les crédits périodiques qui sont à prévoir au cours de la durée de vie du projet. Dans les cellules grises de la première colonne, on peut entrer un nom pour identifier le coût (ou le crédit) à considérer à intervalles réguliers ou prévisibles. On doit toujours entrer une valeur positive dans la colonne « Coût unitaire ».

Un coût périodique est une dépense nécessaire qu'il faut prévoir à intervalles réguliers ou prévisibles au cours de la durée de vie du projet pour assurer la production d'énergie. Cette dépense est entrée dans la cellule grise de la colonne « Coût unitaire ». Pour préciser qu'il s'agit bien d'une dépense (et non d'un crédit) l'utilisateur doit choisir l'option « Coût » dans la liste déroulante offerte dans la colonne « Unité ». Enfin, dans la troisième colonne, on doit préciser à quel intervalle périodique (en années) cette dépense doit être engagée.

Le projet peut aussi être crédité des coûts qu'il aurait fallu prévoir à intervalles périodiques pour assurer la production d'énergie de manière conventionnelle. Ce crédit est entré comme une valeur positive dans la cellule grise de la colonne « Coût unitaire ». Pour préciser qu'il s'agit bien d'un crédit (et non d'une dépense) l'utilisateur doit choisir l'option « Crédit » dans la liste déroulante offerte dans la colonne « Unités ». Enfin, dans la troisième colonne, on doit préciser à quel intervalle périodique (en années) ce crédit peut être appliqué. Un crédit apparaîtra comme une valeur négative dans la colonne « Montant ».

Valeur résiduelle du projet

L'utilisateur indique la valeur résiduelle du projet. Il s'agit soit d'une valeur réelle du projet à la fin de sa durée de vie, soit d'une dépense à prévoir pour son démantèlement. La valeur indiquée dans la colonne « Coût unitaire » doit toujours être positive. Si le projet a une valeur réelle (négociable) à la fin de sa durée de vie, l'utilisateur choisira l'option « Crédit » dans la liste déroulante de la colonne « Unité » et la valeur résiduelle apparaîtra comme une valeur négative dans la colonne « Montant ». Cependant, si les coûts de démantèlement excédent la valeur résiduelle des équipements, la valeur résiduelle devient un coût. L'utilisateur choisira alors l'option « Coût » de la liste déroulante.

Note : Arrivé à cette étape, l'utilisateur peut passer à la feuille de calcul *Analyse des GES*.

Autres

Ces cellules permettent de regrouper tous les coûts ou les crédits d'une étape du projet qui ne sont pas couverts ailleurs. L'utilisateur peut y entrer une « Quantité » et un « Coût unitaire ». Le « Coût unitaire » doit toujours être un nombre positif. Plutôt que d'affecter un signe positif ou négatif, l'utilisateur doit choisir dans la liste déroulante offerte dans la colonne « Unité » entre « Coût » ou « Crédit ».

L'utilisateur peut entrer un nom pour identifier le coût d'un produit ou d'un service à considérer dans la cellule grise de la première colonne. Il suffit ensuite de sélectionner l'option « Coût » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». Ce poste budgétaire sert à tenir compte des différences entre les projets, les technologies ou les régions qui n'ont pas été expressément signalées dans l'information générale fournie.

Dans cette même cellule grise un crédit peut être imputé à un produit ou à un service. L'utilisateur choisit pour cela l'option « Crédit » dans la liste déroulante de la colonne « Unité ». En effet, un projet peut être crédité des coûts en matériel ou main-d'œuvre qui auraient dus être de toute façon consacrés au projet de référence ou à la source conventionnelle d'énergie. Un crédit apparaîtra comme négatif dans la colonne « Montant ».

Sommaire financier

Dans le logiciel RETScreen d'analyse de projets sur les énergies propres, chaque projet évalué dispose d'une feuille de calcul *Sommaire financier*. Cette feuille commune se divise en six sections : **Bilan énergétique annuel, Paramètres financiers, Coûts du projet et économies générées, Analyse financière, Flux monétaires annuels** et **Graphique des flux monétaires cumulatifs**. Les rubriques « Bilan énergétique annuel » et « Coûts du projet et économies générées » fournissent un résumé des feuilles de calcul *Modèle énergétique*, *Analyse des coûts* et *Analyse des GES* de chaque projet examiné. En plus de ce résumé d'information, la rubrique « Analyse financière » donne des indicateurs financiers du projet. Ces indicateurs sont établis à partir des données entrées par l'utilisateur sous la rubrique « Paramètres financiers ». La rubrique « Flux monétaires annuels » permet à l'utilisateur de connaître les flux monétaires nets (avant impôt et après impôt) et les flux cumulatifs liés au projet durant la totalité de la durée de vie de ce dernier. La feuille de calcul *Sommaire financier* de chaque projet a été élaborée selon un schéma commun, de manière à simplifier la tâche de l'utilisateur dans l'analyse de la viabilité des projets. Il en résulte que les descriptions des paramètres sont les mêmes pour la plupart des postes de la feuille de calcul.

Pour les décideurs, l'un des principaux avantages du logiciel RETScreen est qu'il simplifie le processus d'évaluation des projets. Grâce à ses données d'entrée de paramètres financiers (coûts évités en énergie de chauffage, taux d'actualisation, ratio d'endettement, etc.) et aux données résultant de l'analyse financière (taux de rendement interne (TRI), retour simple, valeur actualisée nette (VAN), etc.), la feuille de calcul *Sommaire financier* offre aux décideurs les divers paramètres financiers utiles à leur analyse. Les différentes rubriques, avec des commentaires sur leur importance dans l'analyse préliminaire de faisabilité, sont décrites ci-dessous.

Bilan énergétique annuel

Les rubriques du Bilan énergétique annuel sont calculées ou entrées dans la feuille de calcul *Modèle énergétique* et *Analyse des GES*, ces données sont automatiquement copiées dans la feuille *Sommaire financier*.

Nom du projet

Le nom du projet est donné à titre de référence seulement, tel qu'entré par l'utilisateur dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*.

Lieu du projet

Le lieu du projet est donné à titre de référence seulement, tel qu'entré par l'utilisateur dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*.

Énergie de chauffage fournie

L'énergie de chauffage fournie est calculée, en MWh, dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*. Il s'agit de la quantité d'énergie fournie par le projet pour assurer les besoins de chauffage, en remplacement de celle qui aurait dû être produite par le système de référence. Cette quantité d'énergie de chauffage permet de calculer les économies d'énergie en chauffage, à partir des coûts évités en énergie de chauffage et du rendement saisonnier du système de chauffage de référence.

Énergie de refroidissement fournie

L'énergie de refroidissement fournie est calculée, en MWh, dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*. Dans le cas des bâtiments climatisés, l'énergie de refroidissement se substitue à l'énergie de refroidissement qui aurait été fournie par le système conventionnel ou de référence. On suppose que le climatiseur ou conditionneur conventionnel ou de référence fonctionne à l'électricité. Le paramètre « Énergie de refroidissement fournie » est utilisé avec les paramètres « Prix de détail de l'électricité » et « COP (coefficient de performance) saisonnier du climatiseur » pour calculer les économies en énergie de refroidissement. Naturellement, on n'obtient des économies que si le système de référence sert au refroidissement.

Énergie de chauffage évitée

L'énergie de chauffage évitée est le type de source d'énergie dont on évite ou réduit la consommation lorsque l'on réalise et exploite le projet. Il s'agit de la source d'énergie de chauffage qui a été retenue dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*. Cette information permet de calculer les économies d'énergie de chauffage. Les sources suivantes d'énergie sont disponibles dans le modèle : gaz naturel, propane, diesel (mazout #2), mazout (#6), électricité et autre.

Puissance souscrite supplémentaire

Le modèle calcule la puissance souscrite supplémentaire maximale (en kW) qui est requise pendant la saison de refroidissement ou de chauffage et qui résulte de la substitution du système de chauffage et de refroidissement de référence par le système de chauffage solaire passif. La valeur, calculée dans les feuilles de calcul *Modèle énergétique* et *Analyse des coûts*, sert à calculer le coût annuel du combustible/électricité requis par l'ajout du projet.

Une augmentation des frais liés à la demande provoquée par une demande de puissance souscrite supplémentaire n'est possible que si la demande de puissance supplémentaire entraînée par l'utilisation du système de chauffage solaire passif se traduit par une augmentation équivalente de la demande totale instantanée de puissance pour le bâtiment étudié. Par conséquent, toute augmentation globale implique que la puissance électrique maximum appelée pour le chauffage ou le refroidissement coïncide avec la demande de pointe globale du bâtiment. Inversement, une demande négative de puissance supplémentaire peut résulter en une réduction des frais liés à la

demande et, conséquence de cette réduction, en une baisse du coût annuel de la consommation de combustible/d'électricité.

Réduction nette d'émissions de GES

Le modèle calcule la réduction annuelle moyenne nette des émissions de gaz è effet de serre (GES). Cette valeur est exprimée en tonnes équivalentes de CO_2 par année (t_{CO2}/an). Cette réduction découle de l'utilisation du système proposé plutôt que du système conventionnel, ou de référence, de production d'énergie de chauffage et de refroidissement. Cette donnée est calculée dans la feuille de calcul *Analyse des GES*, et est automatiquement copiée dans la feuille de calcul *Sommaire financier*.

Réduction nette d'émissions de GES - durée du crédit

Le modèle calcule la réduction cumulative nette des émissions de gaz à effet de serre (GES) pour toute la durée du crédit. Cette valeur est exprimée en tonnes équivalentes de CO_2 (t_{CO2}). Cette réduction découle de l'utilisation de la centrale proposée plutôt que du système conventionnel, ou de référence, de production d'énergie de chauffage. Cette valeur est obtenue en multipliant la réduction annuelle nette d'émissions de GES par la durée du crédit pour réduction de GES.

Réduction nette d'émissions de GES - durée de vie du projet

Le modèle calcule la réduction nette des émissions de gaz à effet de serre (GES) pendant toute la durée de vie du projet. Cette valeur est exprimée en tonnes équivalentes de CO_2 (t_{CO2}). Cette réduction découle de l'utilisation du système proposé plutôt que du système conventionnel, ou de référence, de production d'énergie de chauffage et de refroidissement. Cette valeur est obtenue en multipliant la réduction annuelle nette d'émissions de GES par la durée de vie du projet.

Paramètres financiers

Ces paramètres permettent d'effectuer les calculs de la feuille de calcul *Sommaire financier*. Les valeurs attribuées à chaque paramètre dépendront du point de vue de l'utilisateur. Ainsi, un propriétaire de bâtiment utilisera probablement d'autres valeurs que celles utilisées par une entreprise de services éco-énergétiques (ESCO).

Coût évité en énergie de chauffage

L'utilisateur entre le coût évité de l'énergie de chauffage. Par exemple, si l'utilisateur a sélectionné du gaz naturel comme source d'énergie de chauffage du système de référence dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*, alors l'utilisateur devra simplement entrer le prix local du gaz naturel, en $/m^3$, pour le « Coût évité de l'énergie de chauffage ».

Ce coût est utilisé pour calculer les économies d'énergie de chauffage à partir de la quantité d'énergie de chauffage fournie, du pouvoir calorifique du combustible et du rendement saisonnier du système de chauffage de référence (valeurs apparaissant dans la feuille de calcul *Modèle*

énergétique). Dans le modèle, le taux d'indexation de l'énergie s'applique à ce coût dans le calcul du coût global du projet, de l'an 1 jusqu'à la fin de la durée de vie du projet. Il est à noter que l'unité du coût évité en énergie de chauffage, pour le propane, est exprimée propane liquéfié.

Crédit pour réduction d'émissions de GES

L'utilisateur indique, par tonne de CO_2 (t_{CO2}), le crédit accordé pour réduction d'émissions de GES. Cette valeur permet, avec la réduction annuelle nette d'émissions de GES, de calculer le revenu annuel dû au crédit pour réduction d'émissions de GES.

Aux USA, on prévoit que ces crédits pourraient s'élever au cours des prochaines années à des valeurs de l'ordre de 5 $US à 8 $US par tonne de CO_2 [Sandor, 1999]. Mais les prédictions varient autant que de 4 $US à 95 $US par tonne de CO_2. En 2003, le prix de la tonne de CO_2 sur le marché global était typiquement entre 3 $US et 5 $US par tonne de CO_2

La valeur indiquée représente le taux perçu pour l'an 0, c'est-à-dire pour l'année qui précède la mise en service du projet (an 1). Le crédit pour réduction d'émissions de GES est indexé selon le taux d'indexation du crédit pour réduction d'émissions de GES. Le montant annuel des sommes perçues par ce crédit est comptabilisé à partir de l'an 1 et pour la durée du crédit pour réduction d'émissions de GES.

Durée du crédit pour réduction de GES

L'utilisateur indique, en années, la durée pendant laquelle le projet bénéficiera du crédit pour réduction d'émissions de GES. Cette valeur permet de calculer le revenu annuel dû aux crédits pour réduction d'émissions de GES.

Taux d'indexation du crédit pour GES

L'utilisateur entre, en %, une estimation du taux moyen annuel d'indexation du crédit pour réduction d'émissions de GES pour la durée du crédit pour réduction d'émissions de GES. Cette donnée permet à l'utilisateur d'appliquer, pour les prochaines années, une augmentation de la valeur du crédit pour réduction d'émissions de GES, différente du taux global d'inflation.

Prix de détail de l'électricité

L'utilisateur entre le prix de détail de l'électricité ($/kWh). Le modèle utilise aussi cette valeur avec celle relative à l'énergie de refroidissement fournie et le COP saisonnier du climatiseur ou conditionneur pour calculer les économies annuelles en énergie de refroidissement réalisées quand le système de référence sert au refroidissement.

Cette valeur est considérée pour l'an 0 de développement du projet avant le début de son exploitation (an 1). Dans le modèle, le taux d'indexation de l'énergie s'applique à ce prix dans le calcul du coût global du projet, de l'an 1 jusqu'à la fin de sa durée de vie.

Frais liés à la puissance souscrite

Les frais liés à la puissance souscrite ($/kW) sont transférés de la feuille de calcul *Analyse des coûts*. Le modèle utilise cette valeur avec celle relative à la puissance souscrite supplémentaire pour calculer les frais annuels de la consommation de combustible/électricité entraînée par l'utilisation du système de chauffage solaire passif.

Les frais liés à la puissance appelée doivent être rapportés à l'année étant donné que les frais additionnels résultant d'une demande positive de puissance supplémentaire, ou, inversement, que la somme portée au crédit (générée par une demande négative de puissance supplémentaire) sont traités par le modèle sur une base annuelle. Par exemple, l'utilisateur doit inscrire des frais liés à la puissance souscrite de 60 $ quand il se produit une réduction de 10 kW de la puissance électrique maximum appelée (demande négative de puissance supplémentaire) pendant les trois mois de l'été et que cette réduction entraîne des économies de 200 $ chaque mois. L'utilisateur doit entrer la valeur 0 $ chaque fois que les frais liés à la puissance appelée ne sont pas imposés par le service ou quand la demande négative de puissance supplémentaire résultant de l'utilisation du système proposé ne provoque pas le même changement de la puissance électrique maximum appelée pour l'ensemble du bâtiment.

Taux d'indexation de l'énergie

L'utilisateur entre, en %, le taux d'indexation du coût de l'énergie, qui est la prévision du taux annuel moyen d'augmentation du coût de l'énergie pendant la durée de vie du projet. Il peut ainsi appliquer aux coûts des combustibles un taux d'indexation différent du taux moyen général d'inflation. Par exemple, les compagnies d'électricité nord-américaines utilisent actuellement des taux d'indexation de l'énergie variant entre 0 et 5 %, la plage de 2 à 3 % étant la plus fréquemment retenue.

Taux d'inflation

L'utilisateur entre, en %, le taux d'inflation, qui est le taux d'inflation annuel moyen prévu sur la durée de vie du projet. Par exemple, on prévoit actuellement que l'inflation générale sur les 25 prochaines années devrait, en Amérique du Nord, se situer entre 2 et 3 %.

Taux d'actualisation

L'utilisateur entre, en %, le taux d'actualisation, qui est le taux utilisé pour actualiser les flux monétaires futurs, afin d'obtenir leur valeur actualisée. Le taux généralement considéré comme le plus approprié est le coût moyen des différentes sources de financement de l'entreprise. Pour une organisation, le coût en capital n'est pas seulement le taux d'intérêt exigé pour la dette à long terme. En fait, la notion de taux d'actualisation ou coût du capital est assez vaste, et fait intervenir un mélange des coûts de toutes les sources de fonds d'investissement, dette et capitaux propres investis. Le coût du capital est aussi appelé « taux de rendement minimal », « taux limite de rentabilité » et « taux de rendement requis ». Le modèle utilise le taux d'actualisation pour calculer les économies annuelles sur la durée de vie du projet. Par exemple, les compagnies

d'électricité nord-américaines utilisent actuellement des taux d'actualisation variant de 3 à 18 %, la plage de 6 à 11 % étant la plus fréquemment retenue.

Durée de vie du projet

L'utilisateur entre la durée de vie du projet en années, soit la période sur laquelle on évalue sa faisabilité financière. Selon les circonstances, ce peut être la durée de vie prévue des équipements énergétiques, la durée de l'emprunt ou la durée du contrat de service énergétique. Le modèle peut prendre en compte des durées de vie allant jusqu'à 50 ans. Cependant, la durée de vie d'un système de chauffage solaire passif bien conçu sera généralement entre 20 et 30 ans.

Ratio d'endettement

L'utilisateur entre, en %, le ratio d'endettement, qui est le rapport entre la dette et la somme de la dette et des capitaux propres investis dans le projet. Ce ratio reflète l'effet de levier financier créé pour le projet; plus le ratio d'endettement est élevé, plus important est le levier financier. Le modèle utilise le ratio d'endettement pour calculer les capitaux propres investis pour financer le projet. Par exemple, les ratios d'endettement types se situent généralement entre 0 et 90 %, la plage de 50 à 90 % étant la plus fréquente. Dans le cas de systèmes de chauffage solaire intégrés au bâtiment dont les coûts font partie de ceux du bâtiment et qui sont financés par une hypothèque, le ratio typique d'endettement se situera entre 50 et 75 %.

Taux d'intérêt sur la dette

L'utilisateur entre le taux d'intérêt (%) sur la dette, qui est le taux d'intérêt annuel payé au créancier, à la fin de chaque année du terme de la dette. Le modèle utilise ce taux pour calculer les paiements de la dette. Par exemple, au minimum, le taux d'intérêt sur la dette correspondra au rendement des obligations d'état ayant le même terme que la dette. Le supplément normalement ajouté à ce taux reflète le risque que l'on attribue au projet.

Durée de l'emprunt

L'utilisateur entre, en années, la durée de l'emprunt, soit le nombre d'années au bout desquelles la dette est remboursée. Ce terme est égal, ou inférieur, à la durée de vie du projet. En général, plus il est long, meilleure est la viabilité financière du projet de chauffage solaire passif. Le modèle utilise ce terme pour calculer les paiements de la dette et les flux monétaires annuels. La durée de l'emprunt est généralement comprise entre 1 et 25 ans; elle ne devrait pas dépasser la durée de vie estimée du projet.

Analyse d'impôt sur le revenu ?

Grâce à la liste déroulante proposée dans cette cellule, l'utilisateur sélectionne si l'impôt sur les revenus de l'entreprise doit être pris en compte dans l'analyse financière. En choisissant « Oui », certaines nouvelles cellules apparaîtront de manière à adapter l'analyse financière à différents contextes. Dans certains cas, la rentabilité financière d'un projet donne de meilleurs cas de

figures dans une analyse après impôt que dans une analyse avant impôt. Dans le cas de systèmes solaires passifs intégrés à des bâtiments résidentiels et achetés par leur propriétaire, l'utilisateur choisira l'option « Non » car on peut considérer que tout le financement est assuré par des revenus après impôt.

L'analyse incluant l'impôt sur les revenus permet de calculer les flux monétaires et les indicateurs financiers après impôt. Dans tous les cas, le modèle ne considère qu'un seul taux d'imposition, constant tout au long de la durée de vie du projet. Ce taux s'applique aux revenus nets (ou bénéfices) générés par le projet. Le calcul des impôts sur les bénéfices tient compte des investissements et des frais annuels nets, c'est-à-dire que les crédits dans la feuille de calcul *Analyse des coûts* ne sont pas traités séparément. On obtient ainsi une analyse fiscale assez précise à moins que les crédits appliqués aux coûts d'investissement ou annuels ne soient du même ordre de grandeur que ce sur quoi ils s'appliquent et qu'ils soient, aux fins de l'amortissement fiscal, dans des catégories de biens différentes.

Taux d'imposition sur le revenu

L'utilisateur entre, en %, le taux d'imposition qui s'applique aux revenus nets (bénéfices) des sociétés. Il s'agit du taux global qui s'applique aux revenus nets du projet. Par taux global, on entend la somme de tous les impôts qui s'appliquent aux bénéfices des sociétés dans une juridiction donnée (p. ex. fédéral, provincial et local). Le bénéfice est le bilan annuel des revenus et dépenses du projet comptabilisés à la fin de l'année où ils ont lieu.

Dans tous les cas, le modèle ne considère qu'un seul taux d'imposition, constant tout au long de la durée de vie du projet. Dans cette rubrique on ne parle que de l'impôt sur le revenu net des sociétés. Ainsi, la taxe de vente qui peut s'être appliquée aux investissements initiaux doit être comptabilisée dans les « Coûts d'investissement » et la taxe foncière doit être prise en compte dans les « Frais annuels ».

Report des pertes ?

Grâce à la liste déroulante de la cellule, l'utilisateur indique si les pertes (un revenu imposable négatif) peuvent être reportées d'une année à l'autre. Le principe est que les pertes peuvent être utilisées pour réduire les impôts de l'année courante ou elles peuvent être reportées à une année ultérieure et donc contribuer à réduire les impôts à payer lorsque des bénéfices seront dégagés.

En choisissant « Oui », l'utilisateur autorise le report des pertes qui se déduisent donc, jusqu'au total de leur valeur cumulée, des revenus imposables des années suivantes, ce qui réduit en conséquence les impôts à payer. En choisissant « Non », les pertes ne sont pas reportées et sont perdues, n'étant jamais utilisées pour réduire le revenu imposable d'une autre année. En choisissant « Transfert accréditif », les pertes ne sont pas reportées et s'appliquent uniquement aux revenus de la même année, sauf qu'elles serviront à réduire les bénéfices imposables provenant de sources autres que le projet (ou elles peuvent être admissibles à des crédits d'impôt remboursables). Ainsi, c'est véritablement l'impôt à payer pour l'année où les pertes sont encourues qui s'en trouve réduit.

Ce sont les lois fiscales en vigueur au lieu du projet qui déterminent si des pertes peuvent être reportées d'une année à l'autre. Le choix de ne pas reporter les pertes, mais plutôt d'utiliser un transfert accréditif est généralement le plus avantageux pour l'investisseur et peut contribuer à rendre un projet rentable même si l'analyse avant impôt indiquait le contraire.

Le modèle ne permet pas le report des pertes sur les profits d'années antérieures. Le modèle ne prévoit pas non plus de limite au nombre d'années pendant lesquelles des pertes peuvent être reportées.

Méthode d'amortissement

La liste déroulante propose trois méthodes différentes d'amortissement des coûts d'investissement : « Aucune », « Dégressive » et «Linéaire ». Selon l'option choisie, le modèle calcule différemment les impôts à payer et les indicateurs financiers calculés après impôt. Le choix de la méthode d'amortissement est déterminé par les lois fiscales en vigueur au lieu de réalisation du projet. À la fin de la durée du projet, la différence entre la « Valeur résiduelle du projet » et le capital initial non amorti, sera considérée comme un revenu, si elle est positive, et comme une perte, si elle est négative.

Avec l'option « Aucune », le modèle considère que le projet est entièrement capitalisé dès le début, qu'il ne bénéficie d'aucun amortissement, et que, par conséquent, il conserve entièrement sa valeur initiale non amortie tout au long de sa durée de vie.

Avec l'option « Dégressive », le modèle considère que les coûts capitalisés du projet, tels que définis à partir de l'allocation du coût en capital, sont dépréciés au taux d'amortissement. La portion de l'investissement qui n'est pas capitalisée est considérée comme une dépense durant l'année 0 de réalisation du projet.
Avec l'option « Linéaire », le modèle considère que les coûts capitalisés du projet, tels que définis à partir de l'allocation du coût en capital, sont dépréciés à un taux d'amortissement constant pendant toute la période d'amortissement. La portion de l'investissement qui n'est pas capitalisée est considérée comme une dépense durant l'année 0 de réalisation du projet.

Dans les deux formules d'amortissement, dégressive ou linéaire, le modèle considère que l'on bénéficie chaque année de la totalité du montant autorisé pour amortissement du capital. Le modèle ne prend pas non plus en compte la règle de calcul fiscal de la demi-année, telle qu'elle est pratiquée dans certains pays et qui ne permet d'amortir le capital que sur la moitié de sa valeur lors de la première année d'exploitation des immobilisations.

Allocation du coût en capital

L'utilisateur indique, en %, l'allocation du coût en capital. Cette valeur indique quelle portion des coûts d'investissement peut être capitalisée et donc être sujette à amortissement au sens fiscal. La portion de l'investissement qui n'est pas capitalisée est considérée comme une dépense durant l'année 0 de réalisation du projet.

Prenons le cas d'un projet dont le développement et l'étude de faisabilité coûtent 20 000 $ alors que la conception (ingénierie) et la réalisation s'élèvent à 80 000 $. On peut prendre 80 % comme allocation en capital de manière à amortir les immobilisations (conception, équipements énergétiques et connexes, divers). Les frais de développement et d'étude de faisabilité sont considérés comme des dépenses encourues durant l'an 0.

Taux d'amortissement

L'utilisateur indique, en %, le taux d'amortissement. Ce taux est celui auquel le capital non encore amorti du projet, est amorti chaque année. Le taux d'amortissement peut varier considérablement selon la catégorie de biens en jeu et les lois fiscales qui s'appliquent au lieu du projet.

Période d'amortissement

L'utilisateur indique, en années, la période d'amortissement. Il s'agit du nombre d'années pendant lesquelles coûts d'investissement capitalisés du projet sont dépréciés à taux constant. La période d'amortissement peut varier considérablement selon la catégorie de biens en jeu et les lois fiscales qui s'appliquent au lieu du projet.

Congé fiscal disponible ?

La liste déroulante permet de choisir si le projet bénéficiera d'un congé fiscal, c'est-à-dire d'une exonération totale d'impôts. L'option « Oui » indique que le congé fiscal s'applique dès l'an 1 d'exploitation du projet et pour toute la durée du congé fiscal. Le calcul des impôts sur le revenu pendant l'an 0 de développement et de réalisation du projet n'est pas affecté.

Durée du congé fiscal

L'utilisateur indique, en années, la durée du congé fiscal. Il s'agit du nombre d'années pendant lesquelles le projet bénéficie du congé fiscal, à partir de l'an 1 inclus. Ainsi, en Inde, certains projets d'exploitation des énergies renouvelables bénéficient d'un congé fiscal pendant 5 ans.

Coûts du projet et économies générées

La plupart des valeurs de ces rubriques sont calculées ou entrées dans la feuille de calcul *Analyse de coûts*, et transférées à la feuille *Sommaire financier*. Certains calculs sont effectués dans la feuille de calcul *Sommaire financier*.

Coûts d'investissement

Les coûts d'investissements représentent l'investissement total à consentir pour mettre en service le système d'exploitation d'énergie, avant qu'il ne commence à générer des économies (ou des revenus). C'est la somme des coûts estimés imputables à l'étude de faisabilité, au développement,

à la conception, aux travaux d'ingénierie, aux équipements énergétiques, aux infrastructures connexes et aux frais divers. C'est une donnée entrée pour les calculs du retour simple, de la valeur actualisée nette, des capitaux propres investis et de la dette du projet.

Il est important de noter que les plages de coûts possibles indiquées dans RETScreen **n'incluent pas les taxes de vente**. Dans certains cas, les coûts liés aux projets d'exploitation d'énergie propre ne sont pas assujettis aux taxes de vente. L'utilisateur doit établir ce qu'il en est dans sa région au moment de préparer son évaluation. Par exemple, si, dans une région donnée, le coût d'un projet est assujetti à la taxe de vente, l'utilisateur doit ajouter le montant de cette taxe au coût du projet, tiré des valeurs fournies.

Étude de faisabilité

Le poste étude de faisabilité représente la somme des coûts engagés pour évaluer la faisabilité d'un projet. Ce montant est net de tout crédit, c'est-à-dire qu'il est déjà réduit de tous les coûts qu'il aurait fallu engager si on avait réalisé un projet conventionnel plutôt que le projet d'énergie propre.

De nombreux détails sont donnés dans les feuilles de calcul *Analyse des coûts* sur la façon d'évaluer les coûts des études de faisabilité. En effet, cela aide le promoteur du projet à mieux estimer les coûts du prochain investissement requis, soit celui dans l'étude de faisabilité. Il est possible que l'analyse RETScreen suffise comme analyse de faisabilité, surtout dans le cas de projets de faible envergure, et que l'on puisse passer directement à la phase d'ingénierie ou même directement à la réalisation du projet.

Note : Le logiciel RETScreen d'analyse de projets sur les énergies propres peut être utilisé pour réaliser des études de faisabilité.

Développement

Le poste développement représente typiquement la somme des coûts engagés pour passer au stade de la conception détaillée et de la construction, une fois la faisabilité du projet établie. Ce montant est net de tout crédit, c'est-à-dire qu'il est déjà réduit de tous les coûts qu'il aurait fallu engager si on avait réalisé un projet conventionnel plutôt que le projet d'énergie propre.

Conception/Ingénierie

Le poste conception/Ingénierie représente typiquement la somme des coûts engagés pour passer du stade du développement à celui de la construction. On y inclut les coûts de surveillance des travaux. Ce montant est net de tout crédit, c'est-à-dire qu'il est déjà réduit de tous les coûts qu'il aurait fallu engager si on avait réalisé un projet conventionnel plutôt que le projet d'énergie propre.

Équipements énergétiques

Le poste équipements énergétiques représente typiquement la somme des coûts engagés pour l'achat et l'installation du matériel de production d'énergie moins les « crédits » qui pourraient être alloués en raison du fait qu'il ne sera pas nécessaire d'acheter ou d'installer l'équipement de référence.

Infrastructures connexes

Le poste infrastructures connexes représente la somme des coûts engagés pour l'achat, la construction et l'installation de tous les éléments du système d'exploitation d'énergie, qui ne sont pas considérés comme des équipements de production d'énergie. Les « crédits » qui pourraient être alloués en raison du fait qu'il ne sera pas nécessaire d'acheter ou d'installer l'équipement de référence doivent également être déduits de la somme.

Divers

Le poste « Divers » inclut tous les coûts qui ne sont pas pris en compte dans les autres catégories, et qui sont nécessaires à la mise en service opérationnel d'un projet.

Encouragements/subventions

L'utilisateur peut indiquer tout montant versé à titre d'encouragements ou de subventions à l'adoption d'un projet énergétique. Ce montant s'applique aux coûts d'investissement (excluant les crédits). Il sera considéré comme une subvention non remboursable et il sera traité comme un revenu de l'an 0 (phase de développement et d'implantation) dans le calcul de l'impôt sur les bénéfices.

Par exemple, au Canada, le Programme d'encouragement aux systèmes d'énergies renouvelables (PENSER) peut contribuer à 25 % des coûts de certains systèmes d'énergie renouvelable assurant des besoins de chauffage ou de réfrigération. Cette contribution atteint 40 % dans le cas d'installations en régions éloignées. Pour plus d'information consulter le site Web du programme PENSER/REDI ou appeler le 1-877-722-6600.

Frais annuels et dette

Il s'agit des déboursements totaux annuels du projet. Cette valeur calculée par le modèle, représentent les frais annuels engagés pour exploiter, entretenir et financer le projet. C'est la somme des frais de combustible ou d'électricité et des paiements de la dette. Il est noter que les déboursements annuels totaux incluent le remboursement de la partie « principal » de la dette, qui n'est pas, à strictement parler, un frais, mais une sortie de fonds. Ils sont décrits rapidement ci-après.

Combustible/électricité

Le modèle calcule le coût annuel de la consommation de combustible/électricité nécessaire pour faire fonctionner le système de chauffage passif. Le coût représente la modification des frais liés à la puissance souscrite due à la réalisation du projet de chauffage passif; il est le produit de la puissance souscrite supplémentaire par le coût de la puissance souscrite.

Paiements de la dette - durée de l'emprunt

Le modèle calcule les montants annuels à verser pour le remboursement du capital emprunté. Ces montants sont considérés comme constants pendant toute la durée de l'emprunt, cependant la partie de ce montant destinée au remboursement du capital (principal) augmente au cours du temps, alors que la partie consacrée aux intérêts diminue. Ils peuvent se comparer aux paiements d'un versement hypothécaire constant pendant toute la durée de l'emprunt. Les paiements de la dette sont calculés à partir du taux d'intérêt sur la dette, de la durée de l'emprunt et de la dette du projet.

Économies ou revenus annuels

On entend par total annuel des économies les économies que l'on peut réaliser chaque année grâce à la mise en place du projet d'exploitation d'énergie. Du point de vue d'une entreprise de services éco-énergétiques, ces économies peuvent être considérées comme des revenus. Elles sont directement liées aux « coûts évités de l'énergie de chauffage et de climatisation ». Elles constituent une donnée d'entrée pour le calcul du retour simple et du recouvrement de la dette.

Énergie de chauffage

Le modèle calcule les économies d'énergie en chauffage, c'est-à-dire l'énergie qu'il aurait fallu acheter pour faire fonctionner le système de chauffage de référence. Les économies d'énergie de chauffage sont égales à l'énergie renouvelable fournie, multipliée par le coût évité en énergie de chauffage, multipliée par le pouvoir calorifique de la source d'énergie, le tout divisé par le rendement saisonnier du système de chauffage de référence. Les économies annuelles d'énergie en chauffage sont indexées au taux d'indexation de l'énergie.

Énergie de refroidissement

Le modèle calcule les économies en énergie de refroidissement, lesquelles représentent le coût additionnel qu'il aurait fallu payer si l'énergie de refroidissement avait été fournie par le système d'énergie de référence. Les économies en énergie de refroidissement sont égales au produit de la valeur relative à l'énergie de refroidissement fournie par le quotient de la division du prix de détail de l'électricité par le COP saisonnier du climatiseur ou conditionneur de référence. Quand le système de référence ne comporte pas la fonction de refroidissement, la valeur zéro pour l'énergie de refroidissement est inscrite. La valeur annuelle de l'énergie de refroidissement croît selon le taux d'indexation de l'énergie.

Crédit pour réduction de GES - durée du crédit

Le modèle calcule les revenus annuels du crédit pour réduction d'émissions de GES. Il s'agit des revenus (ou économies) générés par la vente ou l'échange de crédits pour réduction d'émissions de GES pendant la durée du crédit pour réduction d'émissions de GES. Cette valeur est calculée à partir de la réduction nette d'émissions de GES et du crédit pour réduction d'émissions de GES. Elle est indexée selon le taux d'indexation du crédit pour réduction d'émissions de GES.

Coûts périodiques (crédits)

Les coûts et les crédits périodiques sont entrés dans la feuille de calcul *Analyse des coûts*, ces données sont automatiquement copiées dans la feuille de calcul *Sommaire financier*.

Le modèle applique aux coûts ou crédits périodiques un taux d'indexation égal au taux d'inflation, pour chaque année écoulée à partir de l'an 1 du projet et pour toute sa durée de vie. Du point de vue des impôts sur les revenus, les coûts ou crédits périodiques ne sont pas considérés comme des dépenses en capital, mais plutôt comme des frais d'exploitation et d'entretien, entièrement dépensés pendant l'année où ils ont lieu.

Valeur résiduelle - Coût/Crédit

La valeur résiduelle du projet qui a été indiquée dans la feuille de calcul *Analyse des coûts* est automatiquement transférée dans cette cellule. Il s'agit soit d'une valeur réelle du projet à la fin de sa durée de vie, soit d'une dépense à prévoir pour son démantèlement.

La valeur entrée est présumée représentative de l'an 0, l'année de développement et de construction précédent la première année d'exploitation (an 1). Le modèle applique à la valeur résiduelle le taux d'inflation de l'an 1 jusqu'à la fin de vie du projet qui a été indiquée dans le modèle.

D'un point de vue fiscal, la différence entre la valeur résiduelle du projet et les coûts d'investissement non encore amortis à la fin du projet, est traitée comme un revenu si elle est positive, et comme une perte si elle est négative.

Analyse financière

Les résultats donnent au décideur divers indicateurs sur la viabilité financière du projet considéré.

Taux de rendement interne et retour sur investissement avant impôt

Le modèle calcule, en %, le taux de rendement interne (TRI) avant impôt, qui représente le rendement réel du projet pendant sa durée de vie avant impôt. On parle aussi à ce sujet de

« rendement du capital propre investi » ou de « taux de rentabilité interne ». Ce taux est calculé en trouvant le taux d'actualisation qui ramène à 0 la valeur nette actualisée du projet. Il n'est donc pas nécessaire de choisir un taux d'actualisation d'une entreprise pour évaluer le taux de rendement interne. Les entreprises intéressées par un projet peuvent comparer le taux de rendement interne de celui-ci avec le taux requis (souvent, le coût du capital). Le TRI est calculé en tenant compte de l'inflation.

Si le taux de rendement interne du projet est égal ou supérieur au taux de rendement requis de l'entreprise, le projet peut être jugé financièrement acceptable, à risque équivalent. S'il est inférieur, le projet est habituellement rejeté. Une entreprise peut avoir différents taux de rendement souhaités, qui varient selon le risque attribué aux projets. L'avantage le plus évident qu'il y a à utiliser l'indicateur de taux de rendement interne pour évaluer un projet est que son issue ne dépend pas d'un taux d'actualisation particulier à une organisation donnée. Au contraire, le taux de rendement interne obtenu est propre au projet et vaut pour tous ceux qui investissent dans ce projet. Le modèle utilise les flux monétaires annuels avant impôt et la durée de vie du projet pour calculer le taux de rendement interne.

Taux de rendement interne et retour sur investissement après impôt

Le modèle calcule, en %, le taux de rendement interne (TRI) après impôt, qui représente le rendement réel du projet pendant sa durée de vie après impôt. On parle aussi à ce sujet de « rendement du capital propre investi » ou de « taux de rentabilité interne ». Ce taux est calculé en trouvant le taux d'actualisation qui ramène à 0 la valeur nette actualisée du projet. Il n'est donc pas nécessaire de choisir un taux d'actualisation d'une entreprise pour évaluer le taux de rendement interne. Les entreprises intéressées par un projet peuvent comparer le taux de rendement interne de celui-ci avec le taux requis (souvent, le coût du capital). Le TRI est calculé en tenant compte de l'inflation.

Si le taux de rendement interne du projet est égal ou supérieur au taux de rendement requis de l'entreprise, le projet peut être jugé financièrement acceptable, à risque équivalent. S'il est inférieur, le projet est habituellement rejeté. Une entreprise peut avoir différents taux de rendement souhaités, qui varient selon le risque attribué aux projets. L'avantage le plus évident qu'il y a à utiliser l'indicateur de taux de rendement interne pour évaluer un projet est que son issue ne dépend pas d'un taux d'actualisation particulier à une organisation donnée. Au contraire, le taux de rendement interne obtenu est propre au projet et vaut pour tous ceux qui investissent dans ce projet. Le modèle utilise les flux monétaires annuels après impôt et la durée de vie du projet pour calculer le taux de rendement interne.

Retour simple

Le modèle calcule le retour simple, soit le temps, en années, qu'il faut pour récupérer le coût initial du projet d'investissement grâce aux recettes qu'il génère. L'hypothèse de base de la méthode de la période de retour est la suivante : plus vite on peut récupérer le coût de l'investissement, plus celui-ci est souhaitable. Par exemple, dans le cas de la mise en place d'un

projet de chauffage solaire passif, une période de remboursement négative indiquerait que les coûts annuels engagés sont plus élevés que les économies annuelles réalisées.

La méthode du retour simple ne permet pas de déterminer si un projet est plus rentable qu'un autre. C'est plutôt une mesure de temps, dans le sens qu'elle indique combien d'années de plus demandera le remboursement d'un projet, par rapport à un autre. **Le retour simple ne devrait pas être utilisé comme indicateur primaire pour l'évaluation d'un projet**, bien qu'il ait son utilité comme indicateur du degré de risque d'un investissement. De plus, la méthode du retour simple a le désavantage de ne pas tenir compte de la valeur temporelle de l'argent, ni de l'inflation.

D'un autre côté, la période de retour est souvent importante pour les petites entreprises qui ne disposent pas de beaucoup de liquidités. Dans ce cas, on pourra préférer un projet à courte période de retour, mais de faible taux de rendement, à un projet à taux de rendement plus élevé, mais demandant une période de retour plus longue. En effet, l'entreprise peut simplement désirer un retour plus rapide de son investissement en capital. Le modèle utilise les coûts totaux d'investissement, le total des frais annuels (excluant les paiements de la dette) et les économies annuelles totales pour calculer le retour simple. Ce calcul est basé sur des montants avant impôt et comprend d'éventuelles mesures d'encouragements ou de subventions.

Année de flux monétaire nul

Le modèle calcule le nombre d'années qui s'écouleront avant que le flux monétaire cumulatif soit nul, soit le temps qu'il faudra au propriétaire du projet pour récupérer son investissement initial à même les recettes générées par le projet. L'année de flux monétaire nul est calculée en utilisant les flux monétaires à partir de l'an 1. Elle prend donc en compte l'effet de levier financier créé par le montant emprunté, ce qui donne un meilleur indicateur des avantages du projet que le retour simple. Le modèle utilise le numéro de l'année et le flux monétaire cumulatif après impôt pour calculer cette valeur.

L'année de flux monétaire nul est différente de la période de retour sur l'investissement actualisé car elle considère les valeurs nominales des flux monétaires futurs et non leur valeur actualisée.

Valeur actualisée nette (VAN)

Le modèle calcule la valeur actualisée nette (VAN) du projet, qui est la valeur de tous les flux monétaires futurs, actualisés selon le taux d'actualisation, en dollars courants. La VAN est donc calculée au temps 0 correspondant à la jonction entre la fin de l'an 0 et le début de l'an 1. Il s'agit de la différence entre la valeur actualisée des entrées et des sorties de fonds associées au projet. Une VAN positive est une indication que le projet est financièrement viable. En utilisant la méthode de la valeur actualisée nette, il faut choisir le taux d'actualisation qui permettra de convertir des flux monétaires en leurs valeurs présentes. Dans la pratique, les entreprises et organismes consacrent beaucoup de temps et d'études à ce choix. Le modèle calcule la VAN à partir des flux monétaires indiqués dans la colonne « après impôt », cumulés. Il est à noter que si l'utilisateur choisit de ne pas tenir compte des impôts, les valeurs des flux après impôt sont égales à celles avant impôt.

Économies annuelles sur la durée de vie

Le modèle calcule les économies annuelles sur le cycle de vie (économies globales annuelles), soit la valeur équivalente d'économies annuelles constantes, qui, sur une durée égale à celle du projet, donneraient la même valeur actualisée nette. Les économies annuelles sur le cycle de vie sont calculées à partir de la valeur actualisée nette, du taux d'actualisation et de la durée de vie du projet.

Ratio avantages-coûts

Le modèle calcule le ratio avantages-coûts net, qui est le rapport des bénéfices nets tirés du projet par les coûts afférents au projet. Les bénéfices nets représentent la valeur actualisée des revenus (ou économies) annuels moins les coûts annuels; alors que les coûts afférents au projet sont définis comme étant les capitaux propres investis.

Des ratios supérieurs à 1 sont représentatifs de projets rentables. Le ratio avantages-coûts net, semblable à l'indice de rentabilité, conduit aux mêmes conclusions que l'analyse de la valeur actualisée nette (VAN).

Calcul du coût de réduction de GES ?

Une liste déroulante permet d'indiquer si l'on désire connaître le coût de réduction d'émissions de GES. Afin de calculer la vraie valeur économique (et non financière) du coût de réduction d'émissions de GES, plusieurs paramètres doivent être choisis égaux à 0. Les paramètres qui doivent être mis à 0 sont les suivants : crédit pour réduction d'émissions de GES, ratio d'endettement, etc. De plus, il vaut mieux choisir « Non » à la rubrique « Analyse d'impôts sur le revenu ? » et mettre à 0 toutes les valeurs de dettes. Le calcul de ce coût s'adresse surtout aux économistes car il demande une analyse rigoureuse des hypothèses nécessaires au calcul.

Coût de réduction d'émissions de GES

Le modèle calcule le coût de réduction d'émissions de GES. On obtient cette valeur en divisant les économies annuelles sur le cycle de vie par la réduction nette annuelle d'émissions de GES. Pour les projets avec une augmentation nette d'émissions de GES, cette donnée n'est pas pertinente et n'est donc pas calculée.

Capitaux propres investis

Le modèle calcule les capitaux propres investis dans le projet, soit la portion de l'investissement total du projet qui est financée directement par son ou ses propriétaires. Cette somme est considérée comme versée à la fin de l'an 0, soit à la fin de la phase de développement et de réalisation. Cette valeur est calculée à partir des coûts d'investissements totaux, des montants versés à titre d'encouragements ou subventions, et du ratio d'endettement.

Dette du projet

Le modèle calcule la dette du projet, soit la partie de l'investissement total du projet qui est financée par un emprunt. La dette du projet intervient dans le calcul des paiements de la dette et la valeur actualisée nette. Elle est calculée à partir des coûts initiaux totaux et des capitaux propres investis dans le projet.

Paiements de la dette

Le modèle calcule les paiements de la dette, soit la somme du principal et des intérêts payés chaque année sur la dette. Alors que les paiements sont constants pendant le terme de la dette, la partie « principale » augmente et la partie « intérêts » diminue avec le temps. À cet égard, la situation est semblable à celle des remboursements annuels d'une hypothèque résidentielle. Les paiements de la dette sont calculés à partir du taux d'intérêt sur la dette, de la durée de la dette et de la dette du projet.

Recouvrement de la dette

Le modèle calcule le recouvrement de la dette pour chaque année du projet et ne retient que la valeur la plus faible pendant la durée du remboursement de l'emprunt. Il s'agit du rapport entre les bénéfices ou les économies d'exploitation du projet (revenus annuels nets) et les paiements de la dette (capital et intérêts).

Cette valeur reflète la capacité du projet à générer les liquidités nécessaires pour honorer les paiements de la dette. Le recouvrement de la dette est donc un rapport très utilisé par les prêteurs potentiels pour juger du risque financier d'un projet. Le modèle considère que les flux monétaires cumulés sont d'abord utilisés pour constituer une réserve suffisante pour rembourser la dette avant d'être distribués aux actionnaires.

Flux monétaires annuels

Avant impôt

Le modèle calcule pour chaque année de la vie du projet, les flux monétaires nets avant impôt, c'est-à-dire l'estimation des sommes d'argent qui sont déboursées ou récoltées, avant impôt, tout au long de la vie du projet. On considère que les coûts d'investissement sont effectués à la fin de l'an 0, et que l'an 1 est la première année d'exploitation du projet. Par conséquent, les frais ou économies annuels de la feuille de calcul *Sommaire financier* sont indexés d'une année.

Après impôts

Le modèle calcule pour chaque année de la vie du projet, les flux monétaires nets après impôt, c'est-à-dire l'estimation des sommes d'argent qui sont déboursées ou récoltées, après impôt, tout au long de la vie du projet. On considère que les coûts d'investissement sont effectués à la fin de

l'an 0, et que l'an 1 est la première année d'exploitation du projet. Par conséquent, les frais ou économies annuels de la feuille de calcul *Sommaire financier* sont indexés d'une année.

Cumulatif

Le modèle calcule les flux monétaires cumulatifs qui représentent les flux monétaires nets après impôt cumulés depuis l'année 0.

Graphique des flux monétaires cumulatifs

Le graphique des flux monétaires donne les flux monétaires cumulés en fonction du temps tels que présentés dans le tableau du flux monétaire cumulatif, pour chaque année.

Feuilles de calcul vierges (3)

Les trois feuilles de calcul vierges permettront à l'utilisateur de préparer une version personnalisée de présentation d'une analyse RETScreen. Par exemple, on pourra y indiquer plus de données ou de détails sur un projet, y préparer des graphiques, y présenter les résultats d'études de sensibilité plus détaillée, ou encore y bâtir une base de données personnelle. L'utilisateur peut aussi développer et inclure dans ces feuilles de calcul son propre modèle d'analyse des résultats de RETScreen.

Analyse des réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES)

Dans cette section du logiciel RETScreen d'analyse de projets sur les énergies propres, la feuille de calcul *Analyse des GES* permet d'estimer le potentiel des réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES) du projet analysé. Cette feuille de calcul comprend quatre sections principales : **Information générale, Système de référence, Système proposé (projet)** et **Sommaire des réductions d'émissions de GES**. La section « Information générale » présente de l'information générale sur le projet ainsi que des données relatives à l'impact sur le réchauffement global du climat (appelé « réchauffement planétaire ») de différents GES. Les sections « Réseau électrique de référence (niveau de référence) » et « Système de chauffage et de climatisation de référence » décrivent le profil des émissions de GES du système de référence, la base de comparaison de l'analyse. La section « Système de chauffage et de climatisation proposé » décrit le profil des émissions de GES du système proposé (ici, chauffage solaire passif). La section « Sommaire des réductions d'émissions de GES » estime les réductions d'émissions de GES, d'après les données entrées par l'utilisateur dans les sections précédentes et d'après les valeurs entrées ou calculées dans les autres feuilles de calcul RETScreen (p. ex. énergie annuelle fournie). Les résultats sont calculés en tonnes équivalentes de CO_2 évitées par année. Cette analyse est optionnelle - les valeurs entrées dans cette feuille de calcul n'affecteront pas les résultats présentés dans les autres feuilles, sauf pour les rubriques reliées aux GES qui apparaissent dans la feuille de calcul *Sommaire financier* et *Sensibilité*.

Les gaz à effet de serre comprennent la vapeur d'eau (H_2O), le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), l'ozone (O_3) et différents gaz de la famille des organochlorés (c.-à-d. les produits chimiques qui contiennent du carbone associé à du fluor, du chlore ou du brome). Les gaz à effet de serre permettent au rayonnement solaire d'entrer dans l'atmosphère terrestre, mais empêchent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre de s'échapper en l'absorbant. Les gaz à effet de serre ré-émettent alors partiellement cette énergie vers la terre, sous forme de radiation thermique, ce qui la réchauffe. Les gaz à effet de serre qui sont les plus pertinents aux projets d'analyse énergétique sont le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (N_2O); RETScreen ne considère donc que ces gaz dans son analyse des réductions d'émissions de GES.

La feuille de calcul *Analyse des GES* de chaque projet a été élaborée selon un schéma commun, de manière à simplifier la tâche de l'utilisateur dans l'analyse de la viabilité des projets. Ainsi, la description de chaque paramètre est commune à la plupart des rubriques qui apparaissent dans les feuilles de calcul *Analyse des GES*. Pour les décideurs, un des principaux avantages de RETScreen est qu'il facilite le processus d'évaluation de projets.

Par ces différentes rubriques, la feuille de calcul *Analyse des GES*, permet aux décideurs d'évaluer relativement facilement, l'impact de plusieurs variables (p. ex. proportion des modes de production, rendement de conversion de l'énergie) sur les émissions de GES présenté dans les résultats (p. ex. facteur d'émissions de GES) d'un projet particulier. Cependant, l'utilisateur doit savoir que cette facilité d'évaluation peut présenter au promoteur une vue d'ensemble simplifiée et trop optimiste du projet en matière d'exigences encadrant la détermination du niveau de

référence d'un projet. Il est donc suggéré à l'utilisateur de **prendre une approche conservatrice dans le calcul du facteur d'émissions de GES du niveau de référence**, particulièrement au stade de l'analyse de préfaisabilité. Pour évaluer les bénéfices nets découlant d'un financement par l'utilisation des crédits d'émissions du projet, l'utilisateur devrait évaluer le projet deux fois; une première fois en tenant compte de la valeur des crédits d'émissions et des frais de transaction associés et une seconde fois sans en tenir compte, pour pouvoir comparer les résultats.

Utiliser la feuille Analyse des GES ?

L'utilisateur indique s'il utilise ou non la feuille de calcul *Analyse des GES* pour faire une analyse des réductions des GES en sélectionnant la réponse appropriée dans la liste déroulante de la cellule d'entrée.

Si l'utilisateur sélectionne « Oui », il devra alors compléter la feuille de calcul *Analyse des GES*. Certaines valeurs d'entrée seront ajoutées à la feuille de calcul *Sommaire financier* afin de calculer d'éventuels crédits ou coûts liés aux réductions d'émissions de GES.

Si l'utilisateur sélectionne « Non », il peut aller directement à la feuille de calcul *Sommaire financier*.

Type d'analyse

L'utilisateur sélectionne le type d'analyse désirée à partir des deux options offertes dans la liste déroulante : « Standard » et « Personnalisé ». Pour une analyse « Standard », le logiciel utilisera plusieurs paramètres prédéfinis pour faire ces calculs. Pour une analyse de type « Personnalisé », ces paramètres devront être entrés par l'utilisateur.

Information générale

Nom du projet

Le nom du projet est donné à titre de référence seulement, tel qu'entré par l'utilisateur dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*.

Lieu du projet

Le lieu du projet est donné à titre de référence seulement, tel qu'entré par l'utilisateur dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*.

Potentiel de réchauffement planétaire des GES

Le modèle indique le potentiel de réchauffement planétaire du méthane (CH_4) et de l'oxyde nitreux (N_2O). Si l'utilisateur a sélectionné l'analyse de type « Personnalisé », d'autres valeurs que celles proposées par défaut par le logiciel peuvent être entrées. Des valeurs de « potentiel de

réchauffement planétaire » de différents gaz à effet de serre sont proposées par des experts pour permettre de comparer leur capacité relative à piéger l'énergie thermique dans l'atmosphère. Plus le potentiel de réchauffement d'un gaz est élevé, plus sa contribution à favoriser l'effet de serre est élevée. Par exemple, l'oxyde nitreux (N_2O) a 310 fois plus d'efficacité que le dioxyde de carbone (CO_2) pour piéger l'énergie thermique dans l'atmosphère.

Le potentiel de réchauffement planétaire est donné par rapport au dioxyde de carbone (CO_2) qui a une valeur de référence de 1 (c.-à-d. que le potentiel de réchauffement planétaire du CO_2 est 1 et celui du N_2O est 310). Les valeurs par défaut proposées par le logiciel sont tirées de la version révisée des Lignes Directrices du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour les inventaires de gaz à effet de serre, 1996.

Réseau électrique de référence (niveau de référence)

Pour réaliser une analyse RETScreen des réductions d'émissions de GES pour un projet de chauffage solaire passif, l'utilisateur doit définir un réseau électrique de référence. Il suffit souvent de définir une centrale de production d'énergie électrique utilisant les sources conventionnelles d'énergie typiques de la région.

Note : Le réseau électrique de référence doit être bien défini seulement si la source d'énergie de chauffage de référence, défini dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*, est l'électricité, et/ou si le bâtiment est climatisé, tel que décrit dans le système de référence.

Ainsi, en Amérique du Nord, lorsque l'on prépare une analyse des réductions d'émissions de GES d'un système de chauffage solaire passif, on peut la comparer à une centrale au gaz naturel à cycle combiné. Dans ce cas, l'utilisateur n'a qu'à sélectionner « Gaz naturel » comme source d'énergie avec une valeur de 100 % comme proportion des sources d'énergie. La valeur par défaut de 8 % peut être utilisée sous la rubrique « Pertes de transport et de distribution ». Dans le cas d'un endroit isolé, sans raccordement à un réseau électrique, on peut considérer une génératrice diesel comme centrale équivalente avec « Diesel (mazout #2) » comme source d'énergie.

On peut aussi simuler un réseau de plusieurs centrales électriques interconnectées, en réalisant une moyenne pondérée en fonction de leur production électrique, de leurs diverses sources d'énergies et de leurs pertes de transport et de distribution (p. ex. des installations photovoltaïques décentralisés auront, en général, des pertes de transport et de distribution inférieures aux autres centrales). Ce genre d'information est habituellement disponible auprès de la régie locale de l'énergie ou du gouvernement. Ainsi, l'« United States Environmental Protection Agency (US-EPA) » tient à jour une banque de données nommée E-GRID, « The Emissions & Generation Resource Integrated Database ». Cette banque de données présente les caractéristiques environnementales des centrales électriques, incluant leurs sources respectives d'énergie primaire. Cette banque de données est disponible gratuitement sur le site Internet E-GRID.

Pour illustrer cette méthode d'analyse, prenons l'exemple d'un projet de chauffage solaire passif en Nouvelle-Écosse au Canada. Le gouvernement provincial pourrait déterminer que le niveau

de référence doit être basé sur une moyenne pondérée selon les proportions des modes de production. Ceci peut être calculé en entrant simplement les proportions des modes dans le réseau avec les coefficients d'émissions appropriés. L'information fournie par Ressources naturelles Canada, permet de dresser la répartition suivante des sources d'énergie primaire : charbon 78 %, hydroélectricité 9 %, mazout (#6) 5 %, gaz naturel 5 % et biomasse 3 %, avec une moyenne globale de 8 % de pertes pour le transport et la distribution d'électricité.

Certains utilisateurs préféreront réaliser des analyses des réductions d'émissions de GES plus détaillées pour leur projet (p. ex. un économiste travaillant pour une commission publique). Le modèle permet des analyses plus détaillées en sélectionnant « Personnalisé » dans la liste déroulante de la rubrique « Type d'analyse ». L'utilisateur pourra alors définir ses propres valeurs de facteurs d'émissions, etc.

Si le promoteur du projet peut avoir accès aux modèles d'utilisation des capacités de production de la compagnie d'électricité, il pourra utiliser les données du réseau électrique de référence pour déterminer la consommation de combustible à la marge sur le réseau. De cette façon, le carburant et les émissions qui seraient déplacés par la mise sur pied du projet pourraient être évalués avec plus d'exactitude. Par exemple, si le modèle d'utilisation des capacités de production de la compagnie d'électricité montre que les combustibles utilisées à la marge sont le gaz naturel, 85 % du temps et l'huile, 15 % du temps, l'utilisateur pourrait entrer ces renseignements dans le tableau du scénario de référence avec les coefficients d'émission de GES correspondants. Le niveau de référence résultant est souvent qualifié de « marge de fonctionnement ou d'opération ».

Une autre option de référence appelée « marge à la construction » peut être évaluée en modélisant les installations énergétiques récemment construites; par exemple : les 5 centrales les plus récentes à avoir été ajoutées au réseau. Pour modéliser la marge à la construction, il faut entrer dans les données du réseau électrique de référence, les installations énergétiques récentes accompagnées de leur puissance relative (ramenée à un total de 100 %) et de leurs coefficients d'émissions de GES.

Il est conseillé de suivre une approche conservatrice dans le calcul des facteurs de référence des émissions, particulièrement à l'étape de l'analyse de préfaisabilité.

Mode de production

L'utilisateur sélectionne le mode de production à partir des options offertes dans la liste déroulante. Le logiciel RETScreen peut modéliser les émissions de GES de n'importe quelle centrale de production d'électricité. La rubrique mode de production fait référence aux sources d'énergie qui seront déplacées par le projet. Lorsque l'utilisateur sélectionne une source d'énergie dans la liste déroulante de cette rubrique, des valeurs par défaut de facteurs d'émissions et une valeur par défaut de rendement de conversion de l'énergie sont automatiquement insérées dans les colonnes correspondantes du tableau. Ces valeurs par défaut sont données dans le tableau [Fenhann, J., 1999], [Fenhann, J., 2000] et [The Danish Energy Agency, 1999].

Pour un projet de type « Personnalisé », si la source d'énergie n'est pas disponible dans la liste déroulante, l'utilisateur choisit « Autre » et entre manuellement les valeurs dans les colonnes

correspondantes. L'ordre dans lequel les sources d'énergie sont entrées dans le tableau n'a pas d'importance.

Source d'énergie	Facteur d'émissions de CO_2 (kg/GJ)	Facteur d'émissions de CH_4 (kg/GJ)	Facteur d'émissions de N_2O (kg/GJ)	Rendement de conversion de l'énergie %
Charbon	94.6	0.0020	0.0030	35%
Gaz naturel	56.1	0.0030	0.0010	45%
Nucléaire	0	0	0	-
Grande hydroélectricité	0	0	0	-
Mazout #6	77.4	0.0030	0.0020	30%
Diesel (mazout #2)	74.1	0.0020	0.0020	30%
Géothermique	0	0	0	-
Biomasse	0	0.0320	0.0040	25%
Petite hydroélectricité	0	0	0	-
Éolien	0	0	0	-
Solaire	0	0	0	-
Propane	63.1	0.0010	0.0010	45%

Facteurs d'émissions et rendements de conversion par défaut

Proportion des modes

L'utilisateur entre la proportion (%) de chaque mode de production du réseau électrique de référence. La proportion correspond à un pourcentage du total de l'énergie électrique fournie au réseau. La somme des proportions doit donc être égale à 100 %.

Facteur d'émissions du CO_2, CH_4 et N_2O

(Analyse de type personnalisé)

L'utilisateur entre les facteurs d'émissions du CO_2, CH_4 et N_2O pour chacun des différents modes de production d'électricité du réseau de référence. Les facteurs sont exprimés en masse de GES émis par unité d'énergie thermique. Les facteurs d'émissions varieront selon le type et la qualité de la source d'énergie, et selon le type et la grosseur de la centrale de production d'électricité. Pour les projets avec raccordement à un réseau central, l'utilisateur devra entrer des facteurs d'émissions de GES qui seront représentatifs de ce réseau, c'est-à-dire, pour une assez grosse centrale électrique. Le modèle calcule, par unité d'électricité fournie, la moyenne pondérée du facteur global d'émissions de toutes les centrales utilisant des sources différentes d'énergie primaire. Le modèle présente les résultats dans la ligne mélange d'électricité située dans le bas du tableau. Le mélange d'électricité ainsi calculé tient compte du rendement de conversion de l'énergie et des pertes de transport et de distribution pour chaque mode de production.

Pour chaque mode de production sélectionné, les unités sont exprimées en kilogrammes de gaz émis par gigajoule d'énergie thermique générée (kg/GJ). Pour le mélange d'électricité global situé dans la ligne au bas du tableau, les unités sont exprimées en kilogrammes de gaz émis par gigajoule d'électricité nette fournie au réseau électrique.

Pour plus d'information sur la façon de déterminer les facteurs d'émissions de GES, consulter le guide « Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre ». Les facteurs d'émissions de CO_2 de plusieurs sources d'énergie sont donnés à la page 1.13 du manuel de référence « IPCC Reference Manual » (disponible en anglais seulement). Les facteurs d'émissions de CH_4 et de N_2O de différentes sources d'énergie primaire sont donnés dans les pages 1.35 et 1.36 du manuel de référence « IPCC Reference Manual ».

Facteur d'émissions du CO_2, CH_4 et N_2O

(Analyse de type standard)

Le modèle propose des facteurs d'émissions du CO_2, CH_4 et N_2O pour les modes de production d'électricité sélectionnés. Les facteurs sont exprimés en masse de GES émis par unité d'énergie thermique. Les facteurs d'émissions varieront selon le type et la qualité de la source d'énergie, et selon le type et la grosseur de la centrale de production d'électricité. Les facteurs d'émissions proposés par défaut par le modèle sont représentatifs de centrale de production d'électricité de taille importante qui alimenterait un réseau central. Le modèle calcule la moyenne pondérée du facteur global d'émissions de tous les modes de production des différentes centrales par unité d'électricité fournie et présente les résultats dans la rangée mélange d'électricité située dans le bas du tableau. Le mélange global d'électricité ainsi calculé tient compte du rendement de conversion de l'énergie et des pertes de transport et de distribution pour chaque mode de production.

Pour chaque mode de production sélectionné, les unités sont exprimées en kilogrammes de gaz émis par gigajoule d'énergie thermique générée (kg/GJ). Pour le mélange d'électricité global situé dans la rangée au bas du tableau, les unités sont exprimées en kilogrammes de gaz émis par gigajoule d'électricité nette fournie au réseau électrique.

Pour plus d'information sur la façon de déterminer les facteurs d'émissions de GES, consulter le guide « Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre ». Les facteurs d'émissions de CO_2 de plusieurs sources d'énergie sont donnés à la page 1.13 du manuel de référence « IPCC Reference Manual » (disponible en anglais seulement). Les facteurs d'émissions de CH_4 et de N_2O de différentes sources d'énergie primaire sont donnés dans les pages 1.35 et 1.36 du manuel de référence « IPCC Reference Manual ».

Les valeurs par défaut proposées par le modèle sont présentées dans le tableau des facteurs d'émissions et rendements de conversion par défaut.

Rendement de conversion

(Analyse de type personnalisé)

L'utilisateur entre le rendement de conversion de l'énergie pour chaque mode de production du réseau électrique de référence. Le rendement de conversion représente l'efficacité de conversion de l'énergie primaire en électricité. Cette valeur est utilisée pour calculer le facteur global d'émissions de GES pour chaque mode de production, ainsi, elle n'est pertinente que pour les modes de production qui produisent des GES (c.-à-d. avec des valeurs non nulles de facteurs d'émissions de CO_2, CH_4 ou N_2O).

Par exemple, une centrale typique de production d'électricité alimentée au charbon peut avoir un rendement de conversion de l'énergie de 35 %. Cela indique que seulement 35 % de l'énergie thermique que génère le charbon est transformée en électricité utile.

Les unités sont exprimées en pourcentage et représentent le rapport entre l'énergie électrique utile (gigajoules d'électricité) et l'énergie primaire nécessaire à sa production (gigajoules d'énergie thermique). Les modes de production électrique qui ne produisent pas de GES (p. ex. le solaire) ont une valeur par défaut de 100 %.

Rendement de conversion

(Analyse de type standard)

Le modèle propose un rendement de conversion pour le mode de production sélectionné. Le rendement de conversion représente l'efficacité de conversion de l'énergie primaire en électricité utile. Cette valeur est utilisée pour calculer le facteur global d'émissions de GES pour chaque mode de production, ainsi, elle n'est pertinente que pour les modes de production qui produisent des GES (c.-à-d. avec des valeurs non nulles de facteurs d'émissions de CO_2, CH_4 ou N_2O).

Par exemple, une centrale typique de production d'électricité alimentée au charbon peut avoir un rendement de conversion de l'énergie de 35 %. Cela indique que seulement 35 % de l'énergie thermique que génère le charbon est transformée en électricité utile.

Les unités sont exprimées en pourcentage et représente le rapport entre l'énergie électrique utile (gigajoules d'électricité) et l'énergie primaire nécessaire à sa production (gigajoules d'énergie thermique). Les modes de production de l'énergie qui ne produisent pas de GES (p. ex. le solaire) ont une valeur par défaut de 100 %.

Les valeurs par défaut proposées par le modèle sont présentées dans le tableau des facteurs d'émissions et rendements de conversion par défaut.

Pertes de transport et de distribution

L'utilisateur entre les pertes de transport et de distribution (%) du réseau électrique de référence, qui incluent toutes les pertes d'énergie entre la centrale électrique et le point de consommation. Cette valeur varie selon la tension des lignes électriques, la distance entre le point de production et le site d'utilisation, les charges de pointe, la température ambiante et même le vol possible d'électricité. De plus, le type de système utilisé pour le transport (p. ex. CA ou CC) et la qualité de l'onde peuvent aussi influencer les pertes. Le modèle calcule la moyenne pondérée des pertes globales de transport et de distribution de tous les modes de production électrique et présente les résultats dans la ligne mélange d'électricité située dans le bas du tableau.

Les unités sont exprimées en pourcentage et représentent le rapport entre toutes les pertes électriques et l'électricité générée. En première approximation, les pertes de transport et de distribution sont de l'ordre de 8 à 10 % pour un réseau moderne et de 10 à 20 % pour un réseau situé dans un pays en développement.

Facteur d'émissions de GES

Le modèle calcule le facteur d'émissions de GES pour chaque mode de production. Pour chaque mode de production, cette valeur est calculée à partir des valeurs individuelles des facteurs d'émissions de CO_2, CH_4 et N_2O, du rendement de conversion de l'énergie et des pertes de transport et de distribution. Le modèle calcule ensuite le facteur moyen pondéré d'émissions de GES du mélange global d'électricité et présente le résultat dans la rangée au bas du tableau.

Les unités sont exprimées en tonnes équivalentes de CO_2 par mégawatt-heure d'électricité utile fournie (t_{CO2}/MWh).

Système de chauffage et de climatisation de référence

Le système de chauffage et de climatisation de référence est le système auquel on compare le projet proposé. Il est défini par la source d'énergie utilisée, les émissions de GES qu'il génère et un rendement de conversion.

Notez que dans tous les cas, le système de climatisation de référence est considéré être alimenté par de l'électricité définie par le mélange d'électricité du réseau électrique de référence.

Source d'énergie

Il s'agit de la source d'énergie du système de chauffage de référence qui a été choisie dans la feuille de calcul *Modèle énergétique* et qui est automatiquement transférée dans la feuille *Analyse des GES*.

Pour tous les cas, la source d'énergie du système de climatisation de référence est considérée être de l'électricité.

Proportion des sources d'énergie

Les systèmes de chauffage et de climatisation de référence sont considérés par le modèle comme étant alimentés par une seule source d'énergie, la proportion est donc de 100 %.

Facteur d'émissions du CO_2, CH_4 et N_2O

(Analyse de type personnalisé)

Pour le système de chauffage de référence, l'utilisateur entre les facteurs d'émissions de CO_2, CH_4 et N_2O correspondant à la source d'énergie de chauffage utilisée. Si la source de chauffage de référence est l'électricité le modèle choisit les facteurs d'émissions du réseau électrique de référence. Dans le cas du système de climatisation de référence, les facteurs d'émissions du CO_2, CH_4 et N_2O du mélange d'électricité du réseau électrique de référence sont utilisés.

Les facteurs d'émissions de CO_2, CH_4 et N_2O sont exprimés en masse de GES émis par unité d'énergie thermique produite. Les facteurs d'émissions varieront selon le type et la qualité de la source d'énergie, et selon le type et la grosseur du système de chauffage.

Pour chaque source d'énergie sélectionnée, les unités sont exprimées en kilogrammes de gaz émis par gigajoule d'énergie de chauffage ou de climatisation générée(kg/GJ).

Pour plus d'information sur la façon de déterminer les facteurs d'émissions de GES, consulter le guide « Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre ». Les facteurs d'émissions de CO_2 de plusieurs sources d'énergie sont donnés à la page 1.13 du manuel de référence « IPCC Reference Manual » (disponible en anglais seulement). Les facteurs d'émissions de CH_4 et de N_2O de différentes sources d'énergie primaire sont donnés dans les pages 1.35 et 1.36 du manuel de référence « IPCC Reference Manual ».

Facteur d'émissions du CO_2, CH_4 et N_2O

(Analyse de type standard)

Le modèle propose des facteurs d'émissions de CO_2, CH_4 et N_2O correspondant à la source d'énergie de chauffage utilisée. Si la source de chauffage de référence est l'électricité le modèle choisit les facteurs d'émissions du réseau électrique de référence. Dans le cas du système de climatisation de référence, les facteurs d'émissions du CO_2, CH_4 et N_2O du mélange d'électricité du réseau électrique de référence sont utilisés.

Les facteurs d'émissions de CO_2, CH_4 et N_2O sont exprimés en masse de GES émis par unité d'énergie thermique produite. Les facteurs d'émissions varieront selon le type et la qualité de la source d'énergie, et selon le type et la grosseur du système de chauffage. Les valeurs par défaut qui sont proposées sont celles représentatives de grosses installations de chauffage. Pour de plus petites chaufferies ou plus de précision, l'utilisateur peut choisir le type d'analyse « Personnalisé » et entrer lui-même les différents facteurs d'émissions.

Pour chaque source d'énergie sélectionnée, les unités sont exprimées en kilogrammes de gaz émis par gigajoule d'énergie de chauffage ou de climatisation générée (kg/GJ).

Pour plus d'information sur la façon de déterminer les facteurs d'émissions de GES, consulter le guide « Lignes Directrices du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre ». Les facteurs d'émissions de CO_2 de plusieurs sources d'énergie sont donnés à la page 1.13 du manuel de référence « IPCC Reference Manual » (disponible en anglais seulement). Les facteurs d'émissions de CH_4 et de N_2O de différentes sources d'énergie primaire sont donnés dans les pages 1.35 et 1.36 du manuel de référence « IPCC Reference Manual ».

Les valeurs par défaut proposées par le modèle sont présentées dans le tableau des facteurs d'émissions et rendements de conversion par défaut.

Rendement de conversion

Les rendements de conversion de l'énergie des systèmes de chauffage et de climatisation de référence ont été entrés dans la feuille de calcul *Modèle énergétique* et se trouvent automatiquement transférés dans la feuille de calcul *Analyse des GES*. Il s'agit d'un rendement saisonnier, c'est-à-dire du rapport entre la quantité annuelle de chaleur, ou de climatisation, utile produite et la quantité annuelle d'énergie primaire utilisée. Cette valeur est utilisée, conjointement avec les facteurs d'émissions du CO_2, CH_4 et N_2O, pour calculer le facteur global d'émissions de GES et n'est utile à considérer que pour les sources d'énergie primaire générant des émissions de GES.

Les unités sont exprimées en pourcentage et représente le rapport entre l'énergie de chauffage (ou de climatisation) des locaux produite et l'énergie primaire utilisée.

Facteur d'émissions de GES

Le modèle calcule le facteur d'émissions de GES pour le système de chauffage et de climatisation de référence. Cette valeur est calculée à partir des valeurs individuelles des facteurs d'émissions de CO_2, CH_4 et N_2O et des rendements de conversion de l'énergie. Le modèle calcule ensuite le facteur moyen pondéré d'émissions de GES et présente le résultat dans la rangée au bas du tableau.

Les unités sont exprimées en tonnes équivalentes de CO_2 par mégawatt-heure d'énergie utile fournie pour le chauffage (ou la climatisation) des locaux (t_{CO2}/MWh).

Système de chauffage et de climatisation proposé (projet)

Le système de chauffage et de climatisation proposé comme mesure d'atténuation des émissions de GES, est un système de chauffage solaire passif. Il est défini par ses sources d'énergie, ses émissions de GES et ses rendements de conversion.

Source d'énergie

La source d'énergie du système de chauffage solaire passif est l'énergie solaire, à la fois pour les cas de chauffage et de climatisation.

Proportion des sources d'énergie

Le système de chauffage solaire passif est considéré par le modèle comme étant alimenté par une seule source d'énergie, c'est-à-dire le solaire, qui vaut donc 100 %.

Facteur d'émissions du CO2, CH4 et N2O

(Analyse de type personnalisé)

L'utilisateur entre les facteurs d'émissions de CO_2, CH_4 et N_2O correspondant à l'utilisation d'un système de chauffage solaire passif.

Pour chaque source d'énergie sélectionnée, les unités sont exprimées en kilogrammes de gaz émis par gigajoule d'énergie primaire utilisée (kg/GJ).

Facteur d'émissions du CO_2, CH_4 et N_2O

(Analyse de type standard)

Le modèle fixe automatiquement les facteurs d'émissions de CO_2, CH_4 et N_2O à zéro pour le système de chauffage solaire passif.

Pour chaque source d'énergie sélectionnée, les unités sont exprimées en kilogrammes de gaz émis par gigajoule d'énergie primaire utilisée (kg/GJ).

Rendement de conversion

Les rendements de conversion de l'énergie solaire sont automatiquement fixés à 100 %.

Le rendement de conversion de l'énergie représente le rendement moyen annuel de la conversion de l'énergie solaire à l'énergie produite en chauffage et climatisation des locaux. Cette valeur est utilisée, conjointement avec les facteurs d'émissions du CO_2, CH_4 et N_2O, pour calculer le facteur global d'émissions de GES pour le projet.

Les unités exprimées en pourcentage et représente le rapport entre l'énergie de chauffage et de climatisation des locaux produite et l'électricité utilisée.

Facteur d'émissions de GES

Le modèle calcule le facteur d'émissions de GES pour le projet à partir des valeurs individuelles des facteurs d'émissions de CO_2, CH_4 et N_2O et du rendement de conversion de l'énergie.

Les unités sont exprimées en tonnes équivalentes de CO_2 émises par mégawatt-heure d'énergie utile fournie pour le chauffage (ou la climatisation) des locaux (t_{CO2}/MWh).

Sommaire des réductions d'émissions de GES

Le modèle calcule la réduction annuelle d'émissions de GES lorsque le système de référence est remplacé par le projet proposé. Ce calcul est basé sur les données d'entrée d'émissions de GES.

Facteur d'émissions de GES de référence

Le modèle transfère sous cette rubrique le facteur d'émissions de GES du niveau de référence qui a été calculé dans la section « Système de chauffage et de climatisation de référence ». Cette valeur représente la quantité de GES émise par unité d'énergie de chauffage et de climatisation des locaux utile fournie pour le cas de référence. Le facteur d'émissions de GES du système de climatisation de référence est considéré comme étant nul dans les cas où il n'y a pas d'air climatisé.

Les unités sont exprimées en tonnes équivalentes de CO_2 émises par mégawatt-heure d'énergie utile fournie pour le chauffage et la climatisation des locaux (t_{CO2}/MWh).

Facteur d'émissions de GES du cas proposé

Le modèle transfère sous cette rubrique le facteur d'émissions de GES du projet proposé qui a été calculé dans la section « Système de chauffage et de climatisation proposé ». Cette valeur représente la quantité de GES émise par unité d'énergie de chauffage et de climatisation des locaux fournie par le système de chauffage solaire passif (système de chauffage proposé).

Les unités sont exprimées en tonnes équivalentes de CO_2 émises par mégawatt-heure d'énergie utile fournie pour le chauffage et la climatisation des locaux (t_{CO2}/MWh).

Énergie annuelle utile fournie

Le modèle indique la quantité d'énergie de chauffage utile produite par le système de chauffage solaire passif, telle que calculée dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*.

Les unités sont exprimées en mégawatt-heure d'énergie utile fournie pour le chauffage et la climatisation des locaux (t_{CO2}/MWh).

Réduction annuelle d'émissions de GES

Le modèle calcul la réduction annuelle d'émissions de GES lorsque le système de référence est remplacé par le projet de chauffage solaire passif. Ce calcul est basé sur les facteurs d'émissions comparés de GES du cas de référence et du cas proposé, ainsi que sur l'énergie annuelle utile fournie par le système de chauffage solaire passif.

Les unités sont exprimées en tonnes équivalentes de CO_2 émises par année (t_{CO2}/an).

Note : À cette étape, l'utilisateur peut compléter la feuille de calcul *Sommaire financier*.

Analyse de sensibilité et de risque

La feuille de calcul *Analyse de sensibilité et de risque*, du logiciel RETScreen d'analyse de projets d'énergie propre, permet à l'utilisateur d'évaluer la sensibilité des indicateurs financiers importants aux variations des paramètres techniques et financiers clés. Cette feuille de calcul contient deux sections principales : **l'analyse de sensibilité** et **l'analyse de risque**. Chaque section fournit des renseignements sur les relations entre les paramètres clés et les indicateurs financiers importants, illustrant quels paramètres ont le plus d'impact sur les indicateurs financiers. L'analyse de sensibilité est prévue pour un usage général alors que l'analyse de risque, laquelle exécute une simulation de type Monte Carlo, s'adresse à des utilisateurs qui possèdent des connaissances en statistiques.

Les deux analyses sont optionnelles. Les données entrées sur cette feuille de calcul n'affecteront pas les résultats des autres feuilles de calcul.

Utiliser la feuille d'analyse de sensibilité ?

En sélectionnant à partir de la liste déroulante, l'utilisateur indique s'il désire utiliser la feuille de calcul optionnelle *Analyse de sensibilité et de risque* pour réaliser une analyse de sensibilité sur les indicateurs financiers importants.

Si l'utilisateur choisi « Oui » dans la liste déroulante, la section d'analyse de sensibilité s'ouvrira et l'utilisateur pourra compléter la partie supérieure de la feuille de calcul. L'utilisateur devra cliquer sur le bouton « Cliquer ici pour calculer l'analyse de sensibilité » afin d'obtenir les résultats.

Effectuer aussi l'analyse de risque ?

En sélectionnant à partir de la liste déroulante, l'utilisateur indique s'il désire utiliser la section optionnelle d'analyse de risque pour réaliser une telle analyse en plus de l'analyse de sensibilité. Dans la section d'analyse de risque, l'impact de chaque donnée d'entrée sur l'indicateur financier sélectionné est calculé en appliquant une régression linéaire multiple normalisée sur l'indicateur financier.

Si l'utilisateur choisi « Oui » dans la liste déroulante, la section d'analyse de risque s'ouvrira et l'utilisateur pourra compléter la partie inférieure de la feuille de calcul. L'analyse effectuée portera sur l'indicateur financier sélectionné par l'utilisateur dans le champ « Effectuer l'analyse sur » en haut à droite. L'utilisateur devra cliquer sur le bouton « Cliquer ici pour calculer l'analyse de risque » de la section Analyse de risque dans la partie inférieure de la feuille de calcul afin d'obtenir les résultats.

Nom du projet

Le nom du projet est donné à titre de référence seulement, tel qu'entré par l'utilisateur dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*.

Lieu du projet

Le lieu du projet est donné à titre de référence seulement, tel qu'entré par l'utilisateur dans la feuille de calcul *Modèle énergétique*.

Effectuer l'analyse sur

Parmi les trois options de la liste déroulante, l'utilisateur choisit l'indicateur financier à utiliser pour l'analyse de sensibilité et l'analyse de risque. Modifier cette sélection entraînera un changement des résultats sur toute la feuille de calcul.

Plage de sensibilité

L'utilisateur entre la valeur de la plage de sensibilité (%) qui définie le pourcentage maximal de variation appliquée aux paramètres clés dans les tableaux des résultats de l'analyse de sensibilité. Chaque valeur des paramètres est variée de l'une des fractions suivantes de la plage de sensibilité : -1, -1/2, 0, 1/2, 1. Ce seuil est uniquement utilisé dans la section d'analyse de sensibilité.

La plage de sensibilité entrée par l'utilisateur doit être un pourcentage compris entre 0 et 50 %.

Seuil

L'utilisateur entre la valeur de seuil pour l'indicateur financier sélectionné. Le seuil est la valeur sous laquelle (pour le « TRI et RI après impôt » et la « Valeur actualisée nette - VAN » ou au-dessus de laquelle (pour l'« Année de flux monétaire nul ») l'utilisateur considère que le projet n'est pas financièrement viable. Des résultats qui indiquent un projet non viable, tel que défini par le seuil, apparaîtront dans des cellules de couleur orange à l'intérieur des tableaux de résultats de l'analyse de sensibilité. Ce seuil est uniquement utilisé dans la section d'analyse de sensibilité.

Cliquer ici pour calculer l'analyse de sensibilité

Le bouton « Cliquer ici pour calculer l'analyse de sensibilité » permet de mettre à jour les calculs de l'analyse de sensibilité avec les paramètres entrés par l'utilisateur (c.-à-d. les paramètres entrés dans les champs « Effectuer l'analyse sur » et « Plage de sensibilité »). Les résultats dans les tableaux de l'analyse de sensibilité sont mis à jour seulement si l'utilisateur clique sur ce bouton.

Les calculs reliés à l'analyse de sensibilité peuvent prendre jusqu'à 15 secondes à s'effectuer selon la version d'Excel et la vitesse de l'ordinateur. Lorsque l'analyse de sensibilité est mise à jour, le bouton disparaît.

Si l'utilisateur modifie un paramètre ou s'il navigue dans une autre feuille de calcul du modèle, le bouton réapparaîtra. L'utilisateur pourra alors cliquer de nouveau sur celui-ci de façon à ce que l'analyse de sensibilité soit actualisée et qu'elle reflète les modifications apportées.

Analyse de sensibilité sur ...

Cette section affiche les résultats de l'analyse de sensibilité. Chaque tableau présente les changements de l'indicateur financier sélectionné (p. ex. TRI et RI après impôt) suite aux variations, selon les pourcentages indiqués, de deux paramètres (p. ex. coûts d'investissement et coût évité en énergie). Les paramètres varient en fonction des fractions suivantes de la plage de sensibilité : -1, -1/2, 0, 1/2, 1. Les valeurs nominales (celles qui apparaissent dans le *Sommaire financier*) sont affichées en gras dans les tableaux des résultats de l'analyse de sensibilité.

Des résultats qui indiquent un projet non viable, tel que défini par le seuil entré par l'utilisateur, apparaîtront dans des cellules de couleur orange à l'intérieur des tableaux de résultats de l'analyse de sensibilité.

Toutes les valeurs des paramètres utilisés dans les calculs de l'analyse de sensibilité proviennent de la feuille de calcul *Sommaire financier*. Cela représente une certaine limitation pour la feuille d'analyse de sensibilité puisque certains paramètres sont calculés à partir de données en provenance d'autres feuilles de calcul du modèle et dont on suppose qu'ils sont constants. Cela dit, cette restriction est généralement sans conséquence. Si nécessaire, l'utilisateur peut se servir d'une feuille de calcul vierge (Feuille1, etc.) pour effectuer une analyse plus détaillée.

Analyse de risque sur ...

Cette section permet à l'utilisateur d'effectuer une analyse de risque en spécifiant l'incertitude associée à plusieurs paramètres clés pour évaluer l'impact qu'a cette incertitude sur le TRI et RI après impôt, l'année de flux monétaire nul ou la valeur actualisée nette (VAN).

L'analyse de risque exécute une simulation de type Monte Carlo avec 500 combinaisons possibles de variables d'entrée pour générer 500 valeurs de TRI et RI après impôt, d'années de flux monétaire nul ou de valeur actualisée nette (VAN). En observant la distribution des résultats possibles, l'utilisateur peut évaluer si la variabilité de l'indicateur financier est acceptable ou non. Si elle n'est pas acceptable, il devra s'efforcer de réduire l'incertitude associée aux paramètres identifiés comme ayant le plus grand impact sur l'indicateur financier choisi.

Coût évité en énergie de chauffage

Le coût évité en énergie de chauffage est automatiquement copié de la feuille de calcul *Sommaire financier* dans la feuille de calcul *Sensibilité*.

L'utilisateur entre la plage de variation du coût évité en énergie de chauffage. La plage, exprimée en pourcentage, représente l'incertitude associée à l'estimation du coût évité en énergie. Plus le pourcentage est élevé, plus l'incertitude est grande. La plage d'incertitude entrée par l'utilisateur doit être comprise entre 0 et 50 %. Cette plage délimite l'intervalle des valeurs possibles que le coût évité en énergie de chauffage pourrait prendre.

Par exemple : une plage d'incertitude de 10 % associée à un coût évité en énergie de chauffage de 0,09 $/kWh indique que le coût évité en énergie de chauffage peut prendre n'importe quelle valeur entre 0,081 $/kWh et 0,099 $/kWh. Puisque la valeur estimée est de 0,09 $/kWh, cette valeur sera considérée comme étant la plus probable dans l'analyse de risque, alors que les valeurs minimales et maximales seront considérées comme étant les moins probables, le tout selon une distribution normale.

Si le coût évité en énergie de chauffage est connu de façon précise par l'utilisateur (aucune incertitude), alors celui-ci devrait entrer une plage de 0 %.

Coûts d'investissement

Les coûts d'investissement sont automatiquement copiés de la feuille de calcul *Sommaire financier* dans la feuille de calcul *Sensibilité*.

L'utilisateur entre la plage de variation des coûts d'investissement. La plage, exprimée en pourcentage, représente l'incertitude associée à l'estimation des coûts d'investissement. Plus le pourcentage est élevé, plus l'incertitude est grande. La plage d'incertitude entrée par l'utilisateur doit être comprise entre 0 et 50 %. Cette plage délimite l'intervalle des valeurs possibles que les coûts d'investissement pourraient prendre.

Par exemple : une plage d'incertitude de 10 % associée à des coûts d'investissement de 3 000 $ indique que les coûts d'investissement peuvent prendre n'importe quelle valeur entre 2 700 $ et 3 300 $. Puisque la valeur estimée est de 3 000 $, cette valeur sera considérée comme étant la plus probable dans l'analyse de risque, alors que les valeurs minimales et maximales seront considérées comme étant les moins probables, le tout selon une distribution normale.

Si les coûts d'investissement sont connus de façon précise par l'utilisateur (aucune incertitude), alors celui-ci devrait entrer une plage de 0 %.

Frais annuels

Les frais annuels sont automatiquement copiés de la feuille de calcul *Sommaire financier* dans la feuille de calcul *Sensibilité*.

L'utilisateur entre la plage de variation des frais annuels. La plage, exprimée en pourcentage, représente l'incertitude associée à l'estimation des frais annuels. Plus le pourcentage est élevé, plus l'incertitude est grande. La plage d'incertitude entrée par l'utilisateur doit être comprise entre 0 et 50 %. Cette plage délimite l'intervalle des valeurs possibles que les frais annuels pourraient prendre.

Par exemple : une plage d'incertitude de 10 % associée à des frais annuels de 80 $ indique que les frais annuels peuvent prendre n'importe quelle valeur entre 72 $ et 88 $. Puisque la valeur estimée est de 80 $, cette valeur sera considérée comme étant la plus probable dans l'analyse de risque, alors que les valeurs minimales et maximales seront considérées comme étant les moins probables, le tout selon une distribution normale.

Si les frais annuels sont connus de façon précise par l'utilisateur (aucune incertitude), alors celui-ci devrait entrer une plage de 0 %.

Ratio d'endettement

Le ratio d'endettement est automatiquement copié de la feuille de calcul *Sommaire financier* dans la feuille de calcul *Sensibilité*.

L'utilisateur entre la plage de variation du ratio d'endettement. La plage, exprimée en pourcentage, représente l'incertitude associée à l'estimation du ratio d'endettement. Plus le pourcentage est élevé, plus l'incertitude est grande. La plage d'incertitude entrée par l'utilisateur doit être comprise entre 0 % et la plus petite valeur exprimée en pourcentage qui garde le ratio d'endettement dans l'intervalle 0 à 100 %. Cette plage délimite l'intervalle des valeurs possibles que le ratio d'endettement pourrait prendre.

Par exemple : une plage d'incertitude de 10 % associée à un ratio d'endettement de 70 % indique que le ratio d'endettement peut prendre n'importe quelle valeur entre 63 et 77 %. Puisque la valeur estimée est de 70 %, cette valeur sera considérée comme étant la plus probable dans l'analyse de risque, alors que les valeurs minimales et maximales seront considérées comme étant les moins probables, le tout selon une distribution normale.

Si le ratio d'endettement est connu de façon précise par l'utilisateur (aucune incertitude), alors celui-ci devrait entrer une plage de 0 %.

Taux d'intérêt sur la dette

Le taux d'intérêt sur la dette est automatiquement copié de la feuille de calcul *Sommaire financier* dans la feuille de calcul *Sensibilité*.

L'utilisateur entre la plage de variation du taux d'intérêt sur la dette. La plage, exprimée en pourcentage, représente l'incertitude associée à l'estimation du taux d'intérêt sur la dette. Plus le pourcentage est élevé, plus l'incertitude est grande. La plage d'incertitude entrée par l'utilisateur doit être comprise entre 0 et 50 %. Cette plage délimite l'intervalle des valeurs possibles que ce taux d'intérêt pourrait prendre.

Par exemple : une plage d'incertitude de 10 % associée à un taux d'intérêt sur la dette de 20 % indique que le taux d'intérêt peut prendre n'importe quelle valeur entre 18 et 22 %. Puisque la valeur estimée est de 20 %, cette valeur sera considérée comme étant la plus probable dans l'analyse de risque, alors que les valeurs minimales et maximales seront considérées comme étant les moins probables, le tout selon une distribution normale.

Si le taux d'intérêt sur la dette est connu de façon précise par l'utilisateur (aucune incertitude), alors celui-ci devrait entrer une plage de 0 %.

Durée de l'emprunt

La durée de l'emprunt est automatiquement copiée de la feuille de calcul *Sommaire financier* dans la feuille de calcul *Sensibilité*.

L'utilisateur entre la plage de variation de la durée de l'emprunt. La plage, exprimée en pourcentage, représente l'incertitude associée à l'estimation de la durée de l'emprunt. Plus le pourcentage est élevé, plus l'incertitude est grande. La plage d'incertitude entrée par l'utilisateur doit être comprise entre 0 % et la plus petite valeur exprimée en pourcentage qui garde la durée de l'emprunt dans l'intervalle de 1 an jusqu'à la durée de vie du projet. Cette plage délimite l'intervalle des valeurs possibles que la durée de l'emprunt pourrait prendre.

Par exemple : une plage d'incertitude de 10 % associée à une durée de l'emprunt de 20 ans indique que la durée de l'emprunt peut prendre n'importe quelle valeur entre 18 et 22 ans. Puisque la valeur estimée est de 20 ans, cette valeur sera considérée comme étant la plus probable dans l'analyse de risque, alors que les valeurs minimales et maximales seront considérées comme étant les moins probables, le tout selon une distribution normale.

Si la durée de l'emprunt est connue de façon précise par l'utilisateur (aucune incertitude), alors celui-ci devrait entrer une plage de 0 %.

Crédit pour réduction d'émissions de GES

Le crédit pour la réduction d'émissions de GES est automatiquement copié de la feuille de calcul *Sommaire financier* dans la feuille de calcul *Sensibilité*.

L'utilisateur entre la plage de variation du crédit pour la réduction d'émissions de GES. La plage, exprimée en pourcentage, représente l'incertitude associée à l'estimation du crédit pour la réduction d'émissions de GES. Plus le pourcentage est élevé, plus l'incertitude est grande. La plage d'incertitude entrée par l'utilisateur doit être comprise entre 0 et 50 %. Cette plage délimite l'intervalle des valeurs possibles que le crédit pour la réduction d'émissions de GES pourrait prendre.

Par exemple : une plage d'incertitude de 10 % associée à un crédit pour la réduction d'émissions de GES 5 $\$/t_{CO2}$ indique que le crédit peut prendre n'importe quelle valeur entre 4,5 $\$/t_{CO2}$ et 5,5 $\$/t_{CO2}$. Puisque la valeur estimée est de 5 $\$/t_{CO2}$, cette valeur sera considérée comme étant la plus probable dans l'analyse de risque, alors que les valeurs minimales et maximales seront considérées comme étant les moins probables, le tout selon une distribution normale.

Si le crédit pour la réduction d'émissions de GES est connu de façon précise par l'utilisateur (aucune incertitude), alors celui-ci devrait entrer une plage de 0 %.

Cliquer ici pour calculer l'analyse de risque

Le bouton « Cliquer ici pour calculer l'analyse de risque » permet de mettre à jour les calculs de l'analyse de risque avec les paramètres entrés par l'utilisateur. Le fait de cliquer sur ce bouton démarre une simulation de type Monte Carlo sur la base de 500 combinaisons possibles des variables d'entrée pour calculer 500 valeurs de l'indicateur financier sélectionné. Le graphique d'impact, la médiane, les minimum et maximum de l'intervalle de confiance ainsi que le graphique de distribution sont calculés à partir de ces résultats et sont actualisés à chaque fois que l'utilisateur clique sur le bouton « Cliquer ici pour calculer l'analyse de risque ».

Les calculs reliés à l'analyse de risque peuvent prendre jusqu'à 1 minute à s'effectuer selon la version d'Excel et la vitesse de l'ordinateur. Lorsque l'analyse de risque est à jour, le bouton disparaît.

Si l'utilisateur modifie un paramètre ou s'il navigue dans une autre feuille de calcul du modèle, le bouton réapparaîtra. L'utilisateur pourra alors cliquer de nouveau sur celui-ci de façon à ce que l'analyse de risque soit actualisée et qu'elle reflète les modifications apportées.

Graphique d'impact

Le graphique d'impact présente la contribution relative des incertitudes associées aux paramètres clés sur la variabilité de l'indicateur financier sélectionné. L'axe des X au bas du graphique n'a pas d'unités puisque l'on y représente seulement les indices du poids relatif de la contribution de chaque paramètre clés.

Pour un paramètre donné, plus la barre horizontale est longue, plus l'impact de ce paramètre sur la variabilité de l'indicateur financier est grand.

Les paramètres entrés sont automatiquement triés selon leur impact sur l'indicateur financier. Le paramètre situé en haut du graphique (axe des Y) est celui qui contribue le plus aux variations de l'indicateur financier, alors que celui situé en bas du graphique est celui qui y contribue le moins. Ce graphique de type « tornade » peut aider l'utilisateur à identifier les paramètres qui méritent une analyse plus approfondie.

La direction de la barre horizontale (positive ou négative) indique la façon dont l'indicateur financier varie en fonction du paramètre en question. La relation entre les deux est positive lorsqu'une augmentation de la valeur du paramètre entraîne l'augmentation de la valeur de l'indicateur financier. Par exemple, il y a habituellement une relation négative liant les coûts d'investissement et la valeur actualisée nette (VAN), car une diminution des coûts d'investissement entraîne une augmentation de la VAN.

Dans certains cas, les données sont insuffisantes pour afficher correctement le graphique. Par exemple, lorsque l'année de flux monétaire nul est atteinte immédiatement, le résultat n'est pas une valeur numérique et les valeurs dans le graphique ne peuvent être affichées.

Médiane

Le modèle calcule la médiane de l'indicateur financier. La médiane de l'indicateur correspond au 50e centile des 500 valeurs générées par la simulation Monte Carlo. La valeur de la médiane sera généralement proche de la valeur de l'indicateur financier calculée dans la feuille de calcul *Sommaire financier*.

Niveau de risque

L'utilisateur sélectionne à partir de la liste déroulante le niveau de risque acceptable pour l'indicateur financier évalué. Les choix sont : 5 %, 10 %, 15 %, 20 % et 25 %.

Le niveau de risque permet d'établir un intervalle de confiance (défini par des limites maximales et minimales) à l'intérieur duquel devrait se trouver l'indicateur financier. En fait, le niveau de risque représente la probabilité que l'indicateur financier se retrouve à l'extérieur de cet intervalle de confiance.

Les limites de l'intervalle de confiance sont calculées automatiquement en fonction de la médiane et du niveau de risque et sont présentées en tant que « Minimum de l'intervalle de confiance » et « Maximum de l'intervalle de confiance ».

Il est recommandé de choisir un niveau de risque de 5 ou 10 % puisque ces valeurs sont typiques pour les analyses de risque.

Minimum de l'intervalle de confiance

Le modèle calcule le « Minimum de l'intervalle de confiance » qui est la limite inférieure de l'intervalle de confiance à l'intérieur duquel devrait se trouver l'indicateur financier. Le minimum est le centile de la distribution de l'indicateur financier correspondant à la moitié du niveau de risque sélectionné. Par exemple : pour un minimum de l'intervalle de confiance de 15 % dans le cas du TRI, un niveau de risque de 10 % implique que 5 % (la moitié du niveau de risque) des valeurs possibles de TRI sont inférieures à 15 %.

Maximum de l'intervalle de confiance

Le modèle calcule le « Maximum de l'intervalle de confiance » qui est la limite supérieure de l'intervalle de confiance à l'intérieur duquel devrait se trouver l'indicateur financier. Le maximum est le centile de la distribution de l'indicateur financier correspondant à 100 % moins la moitié du niveau de risque. Par exemple : pour un maximum de l'intervalle de confiance de 25 % dans le cas du TRI, un niveau de risque de 10 % implique que 95 % des valeurs possibles de TRI sont inférieures à 25 %.

Graphique de distribution

Cet histogramme présente la distribution des valeurs possibles pour l'indicateur financier résultant de la simulation Monte Carlo. La hauteur des colonnes représente la fréquence (%) à laquelle on retrouve les valeurs comprises dans la plage définie par la largeur de chaque colonne. La valeur au centre de la plage définie par chaque colonne est affichée sur l'axe des X.

En observant la distribution de l'indicateur financier, l'utilisateur peut rapidement évaluer sa variabilité.

Dans certains cas, les données sont insuffisantes pour afficher correctement le graphique. Par exemple, lorsque l'année de flux monétaire nul est atteinte immédiatement, le résultat n'est pas une valeur numérique et les valeurs dans le graphique ne peuvent être affichées.

Graphique de l'intervalle de confiance

Le graphique de l'intervalle de confiance décrit les valeurs minimale et maximale de l'indicateur financier auxquelles on peut s'attendre en fonction du niveau de risque choisi.

Données de produits

Certaines des exigences du modèle en matière de données sur les produits sont présentées dans la base de données de produits en ligne de RETScreen. Pour savoir comment accéder à la base de données de produits en ligne, l'utilisateur peut consulter la section « Accès aux données et à l'aide ». Cette base de données donne des renseignements sur l'équipement associé au projet. Depuis la boîte de dialogue de la base de données de produits en ligne RETScreen, l'utilisateur peut obtenir des données sur le rendement et les spécifications des produits, ainsi que l'information sur les fournisseurs de ces produits.

À partir de la boîte de dialogue l'utilisateur sélectionne le cas (référence ou proposé), suivi du numéro de la fenêtre (n°), du type de fenêtre, du type de vitrage, de la région, du fournisseur et du modèle. Les données peuvent être collées depuis la boîte de dialogue dans les feuilles de calcul grâce au bouton « Coller les données ». Seules les données en **gras** sont collées dans les feuilles de calcul; toutes les autres données sont fournies à titre de référence seulement. Les données saisies à l'aide de la base de données de produits en ligne RETScreen peuvent être **modifiées**; c.-à-d. que l'utilisateur peut utiliser d'autres données et saisir manuellement des valeurs dans les feuilles de calcul. Les « Autres informations » tels le poids et/ou les dimensions du produit sont aussi fournies afin d'aider l'utilisateur à préparer l'étude. La base de données contient un lien vers les sites Web de certains fournisseurs de produits. Dans le cas où le lien du site Web ne pourrait être activé, l'utilisateur devrait essayer avec un autre fureteur ou tenter de communiquer avec le fournisseur par d'autres moyens (courrier électronique, etc.).

Note : Pour accéder à la liste complète des fournisseurs contenus dans la base de données de produits, et à leurs coordonnées, l'utilisateur doit choisir l'option « Toutes » à partir de la liste déroulante « Type de fenêtre » de la boîte de dialogue.

La base de données de produits est diffusée à des fins de renseignements et ne représente pas nécessairement le point de vue du Gouvernement du Canada ni ne constitue une quelconque acceptation d'un produit commercial ou d'une personne en particulier. Ni le Canada, ni ses ministres, représentants, employés ou agents n'assurent une garantie à l'égard de cette base de données ou n'assument une quelconque responsabilité à propos de celle-ci.

Les fabricants de produits qui aimeraient voir les renseignements sur leurs produits inscrits dans la base de données de produits doivent contacter RETScreen® International à :

RETScreen® International
Centre de la technologie de l'énergie de CANMET - Varennes
Ressources naturelles Canada
1615, boul. Lionel-Boulet, C.P. 4800
Varennes, QC, CANADA J3X 1S6

Tél : +1-450-652-4621
Fax : +1-450-652-5177
Courriel : rets@rncan.gc.ca

Données météorologiques

Cette base de données contient certaines des données météorologiques nécessaires au modèle. Pour savoir comment accéder à la base de données météorologiques en ligne RETScreen l'utilisateur peut consulter la section «Accès aux données et à l'aide ». Pendant l'exécution du logiciel, l'utilisateur peut obtenir des données météorologiques en provenance de **stations météorologiques de surveillance au sol** et/ou des **données-satellite de la NASA**. Les données de stations météorologiques de surveillance au sol sont obtenues en choisissant l'emplacement spécifique de la station, à partir de la boîte de dialogue de la base de données météorologiques en ligne RETScreen. Les données-satellite sont obtenues en utilisant le lien au site Web de la NASA aussi accessible à partir de la boîte de dialogue.

Données de stations météorologiques de surveillance au sol

Depuis la boîte de dialogue, l'utilisateur choisit une région, puis un pays, puis une sous-région (provinces au Canada, états aux États-Unis et n/d pour les autres pays) et finalement l'emplacement d'une station météorologique correspondant habituellement au nom d'une ville dans le pays choisi. Les données peuvent être collées depuis la boîte de dialogue dans les feuilles de calcul grâce au bouton « Coller les données ». Seules les données en **gras** sont collées dans les feuilles de calcul; toutes les autres données sont fournies à titre de référence seulement. Les données saisies à l'aide de la base de données météorologiques en ligne RETScreen peuvent être **modifiées**; c'est-à-dire que l'utilisateur peut utiliser d'autres données et saisir manuellement des valeurs dans les feuilles de calcul. L'utilisateur peut également utiliser les données-satellite de la NASA, en particulier lorsque le projet se trouve à un emplacement distant des stations météorologiques données.

Données-satellite mondiales de la NASA

Un lien pour le site Web « NASA Surface meteorology and Solar Energy Data Set » est disponible à partir de la boîte de dialogue de la base de données météorologiques en ligne RETScreen. On retrouve sur ce site des données météorologiques et des données sur l'énergie solaire. L'utilisateur peut sélectionner les données requises pour le modèle en cliquant sur une région de la carte du monde affichée sur le site Web de la NASA. La zone sélectionnée est rétrécie à une «cellule » bornée par une latitude et une longitude spécifique. L'utilisateur peut ainsi simplement copier et coller ces données dans les feuilles de calcul de RETScreen ou encore entrer manuellement ces valeurs.

La NASA et le CTEC-Varennes travaillent en coopération pour faciliter l'exploitation des données-satellite mondiales de la NASA avec RETScreen et développer une nouvelle base de données météorologiques globales (voir « Surface meteorology and Solar Energy Data Set » pour utiliser l'outil) pour RETScreen. Ces travaux, qui sont parrainés dans le cadre du «Earth Science Enterprise Program » de la NASA, sont menés au Langley Research Center de la NASA et au CTEC-Varennes. Cette collaboration permet aux utilisateurs de RETScreen d'accéder (gratuitement) à des données-satellite comme le niveau d'ensoleillement de la surface terrestre, les températures mondiales et la vitesse des vents, simplement en cliquant sur les liens

incorporés au logiciel RETScreen ou au site Web de la NASA. Ces données, qui n'étaient disponibles que depuis un nombre limité de stations météorologiques de surveillance au sol, sont cruciales pour l'évaluation du potentiel énergétique d'un projet. L'utilisation des données-satellite se traduira par des réductions de coûts considérables pour les utilisateurs, de nouveaux débouchés pour l'industrie et la possibilité pour le gouvernement et l'industrie d'évaluer le potentiel des ressources énergétiques régionales.

Données de coûts

Des données sur les coûts typiques nécessaires à la préparation des études RETScreen peuvent être obtenues en consultant la base de données de coûts et le manuel en ligne RETScreen. Cette base de données est intégrée à la « colonne de droite » de la feuille de calcul *Analyse des coûts*. Les coûts sont fondés sur les tarifs en vigueur au Canada et l'année de référence 2000. L'utilisateur peut également créer sa propre base de données personnalisée.

Dans la feuille de calcul *Analyse des coûts*, l'utilisateur peut choisir différentes bases de référence pour l'aider à estimer les coûts d'implantation du projet. Il a ainsi la possibilité de modifier les colonnes « Plage/quantité » et « Plage/coût » en utilisant l'une des 3 options suivantes : « Canada - 2000 », « Aucun », « Deuxième devise », ou un choix de 8 options définies par l'utilisateur (« Entrée 1 », « Entrée 2 », etc.).

Si l'utilisateur choisit « Canada - 2000 » les plages de valeurs données dans les colonnes « Plage/quantité » et « Plage/coût » concernent des projets au Canada, avec des coûts en $ canadiens, valides en 2000.

Si l'utilisateur choisit « Aucun », les colonnes « Plage/quantité » et « Plage/coût » sont cachées. Cela permet d'alléger la présentation d'un rapport utilisant les feuilles de calcul RETScreen.

Si l'utilisateur choisit « Deuxième devise », deux nouvelles cellules d'entrée de données apparaissent à la ligne suivante : « Deuxième devise » et « Taux : 1re devise/2e devise ». De plus, les colonnes « Plage/quantité » et « Plage/coût » sont chacune remplacées par « % étranger » et « Montant étranger ». Cette option permet à l'utilisateur d'exprimer certains coûts du projet en une seconde devise, tenant ainsi compte des montants qui doivent être payés dans une devise autre que celle choisie pour l'analyse de projet. Bien noter que ces colonnes sont données à titre indicatif seulement et n'ont aucune incidence sur les calculs et l'analyse des autres feuilles de calcul.

Si l'utilisateur choisit « Entrée 1 » (ou un quelconque des 8 autres choix possibles), il peut entrer manuellement d'autres valeurs de quantités ou de coûts, spécifiques à la région d'implantation du projet, ou pour une autre année de référence des coûts. L'utilisateur peut ainsi personnaliser le contenu des colonnes « Plage/quantité » et « Plage/coût ». Au lieu d'entrer « Entrée 1 » l'utilisateur peut écrire ce qu'il veut (p. ex. Japon - 2001) pour décrire de nouvelles plages de coûts et de quantités. L'utilisateur peut aussi utiliser plusieurs plages de coûts et quantités dans un même projet (on peut en choisir jusqu'à 8 différentes), permettant d'évaluer en parallèle jusqu'à 8 scénarios différents de coûts et quantités qui peuvent être utilisés à titre de référence pour des analyses ultérieures avec RETScreen, créant ainsi une nouvelle base locale de données de référence.

Formation et aide

L'utilisateur peut obtenir l'information à jour concernant la formation et l'aide RETScreen à l'adresse Web suivante : www.retscreen.net/f/training/.

Conditions d'utilisation

Exonération et indemnisation

Le logiciel **RETScreen® International** est fourni uniquement à des fins d'examen. Ni Ressources naturelles Canada, ni son ministre, ses cadres, ses employés ou ses agents ne font d'allégations ni ne donnent de garanties, explicites ou implicites, découlant de la loi ou autres, incluant mais sans s'y limiter des garanties de commerciabilité ou d'adéquation à un objectif particulier, ou à l'effet que l'utilisation du logiciel n'empiète pas sur les droits de propriété intellectuelle de tierces parties. En aucun cas, Ressources naturelles Canada, ni son ministre, ni ses représentants, agents ou employés n'ont d'obligations ni de responsabilités quant à des torts, des pertes de revenus ou de profits, ou des dommages indirects, particuliers, incidents ou consécutifs à l'utilisation faite du logiciel.

En échange du droit de charger, d'exécuter et d'utiliser **RETScreen® International**, l'utilisateur (détenteur de licence), garantira de toute responsabilité Ressources naturelles Canada (donneur de licence), ainsi que ses employés et agents, et sera responsable pour toutes revendications, demandes, pertes, coûts, y compris les coûts d'avocat et de client, dommages ou poursuites découlant de l'utilisation de RETScreen International par le détenteur de licence, ou liés à celle-ci ou occasionnés par elle. Le donneur de licence aura le droit de se défendre de toute action ou poursuite de ce genre en recourant aux services du procureur de son choix.

Droits d'auteur et marque de commerce

Le logiciel **RETScreen® International** d'analyse de projets sur les énergies propres, ainsi que le manuel et les bases de données qui l'accompagnent sont la propriété intellectuelle du ministère de Ressources naturelles Canada (1997 - 2005). Toute forme de reproduction est interdite à moins d'autorisation écrite préalable, que l'on peut obtenir auprès de :

RETScreen® International
Centre de la technologie de l'énergie de CANMET - Varennes
Ressources naturelles Canada
1615, boul. Lionel-Boulet, C.P. 4800
Varennes, QC, CANADA J3X 1S6

Tél : +1-450-652-4621
Fax : +1-450-652-5177
Courriel : rets@nrcan.gc.ca

© Ministre de Ressources naturelles Canada 1997 - 2005.
RETSCREEN est une marque de commerce enregistrée du Ministre de Ressources naturelles Canada.

Contrat de licence

L'utilisation de **RETScreen® International** est sujette aux conditions détaillées dans le contrat de licence du logiciel RETScreen qui est disponible à l'adresse Web suivante : www.retscreen.net/licence.html.

L'usager est encouragé à s'inscrire correctement sur le site Web de RETScreen, de sorte que le Centre puisse périodiquement informer l'utilisateur des mises à jour du produit et rendre compte de l'utilisation globale de RETScreen.

Bibliographie

American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE), ASHRAE Handbook, Fundamentals Volume, 1997.

Chabot, B. Communication personnelle, 1999.

The Danish Energy Agency, Engerstatistics 1995, 1999.

Enermodal Engineering Limited, Performance of Windows Used in the Advanced Houses Program, rapport préparé pour CANMET, Ressources naturelles Canada, 1993.

Fenhann, J., Communication personnelle, janvier 2000.

Fenhann, J., Projections of Emissions of Greenhouse Gases, Ozone precursors and Sulphur Dioxide from Danish Sources until 2010, The Danish Energy Agency, décembre 1999.

Leng, G., RETScreen International : A Decision-Support and Capacity-Building Tool for Assessing Potential Renewable Energy Projects, UNEP Industry & Environment, 3rd Quarter, 2000.

Martinot, E. et McDoom, O., Promoting Energy Efficiency and Renewable Energy : GEF Climate Change Projects and Impacts, pré-publication octobre 1999, Global Environment Facility, 1999.

Ross, M. et Royer, J., Photovoltaics in Cold Climates, James and James Ltd., 1999.

Sandor, R., Walsh, M. et Leblanc, A., Creating a Market for Carbon Emissions : Gas Industry Opportunities, publié dans Natural Gas, juin 1999.

Index

A

Accès aux données et à l'aide.....5, 10, 88, 89
Allocation du coût en capital.....56
Analyse de risque sur 81
Analyse de sensibilité et de risque.....9, 79
Analyse de sensibilité sur ... .81
Analyse des coûts . 6, 9, 28, 32, 33, 35, 36, 49, 50, 53, 55, 58, 61, 91
Analyse des réductions d'émissions de gaz à effet de serre (GES) 67
Analyse d'impôt sur le revenu?.....54
Analyse financière 49, 61
Année de flux monétaire nul.....63, 80
Appels d'offres et contrats 41
Après impôts.....65
Augmentation nette des gains solaires.....18
Autres 39, 41, 44, 45, 48, 88
Avant impôt.....65

B

Bâtiment climatisé? 11
Bibliographie 95
Bilan énergétique annuel 49
Brève description et organigramme.....4

C

Calcul des caractéristiques des fenêtres.....28
Calcul du coût de réduction de GES? 64
Capitaux propres investis.....64
Caractéristiques des fenêtres. 9, 13, 14, 15, 28, 31, 32, 42
Caractéristiques du site.....10, 21
Caractéristiques du site et charge du bâtiment.....21
CARS.....13, 14, 15, 26, 28, 30, 31
CARS des fenêtres.....14, 31
Cas de référence - crédit pour installation 43
Cas proposé - installation.....44
Centre du vitrage - CARScv 30
Centre du vitrage - Ucv 29
Changer la portion ombragée de fenêtre? 17
Charge de pointe en chauffage 25
Cliquer ici pour calculer l'analyse de risque 79, 85
Cliquer ici pour calculer l'analyse de sensibilité 79, 80
Code de couleur des cellules.....5
Combustible/électricité 60
Combustible/Électricité 47
Conception de la structure 40
Conception détaillée 40
Conception préliminaire 38
Conception/Ingénierie 40, 58
Conditions d'utilisation 93
Congé fiscal disponible?.....57
Contrat de licence 94
COP saisonnier du climatiseur.....12, 52, 60
Copier cas de référence dans cas proposé.....31
Coût 29, 32, 39, 41, 44, 45, 46, 47, 48, 51, 64, 81
Coût de réduction d'émissions de GES.....64
Coût évité en énergie de chauffage.....51, 81
Coût par fenêtre 29
Coûts de référence 6, 36, 37
Coûts d'investissement.....38, 55, 57, 82
Coûts d'investissement (crédits) 38
Coûts du projet et économies générées.....49, 57
Coûts périodiques (crédits).....47, 61
Crédit pour réduction de GES - durée du crédit 61
Crédit pour réduction d'émissions de GES 52, 84
Crédit pour système de chauffage.....44
Crédit pour système de climatisation.....45
Cumulatif.....66

D

Déclinaison magnétique 22, 23
Description des fenêtres.....30
Dette du projet 65
Deuxième devise.....6, 36, 37, 38, 91
Développement.....34, 39, 58
Devise.....6, 35, 37
Divers 46, 59
Données de coûts.....91
Données de produits 88
Données de stations météorologiques de surveillance au sol.....89
Données mensuelles 26
Données météorologiques.....89
Données-satellite mondiales de la NASA.....89
Droits d'auteur et marque de commerce 93
Durée de l'emprunt 54, 84
Durée de vie du projet 54
Durée du congé fiscal 57
Durée du crédit pour réduction de GES.....52

E

Économies annuelles sur la durée de vie 64
Économies ou revenus annuels.....60
Effectuer aussi l'analyse de risque? 79

Effectuer l'analyse sur....79, 80
Encouragements/subventions....59
Énergie annuelle utile fournie....78
Énergie de chauffage....50, 60
Énergie de chauffage évitée....50
Énergie de chauffage fournie....50
Énergie de refroidissement....50, 60
Énergie de refroidissement fournie....50
Énergie renouvelable fournie....20
Équipements énergétiques....42, 59
Étude de faisabilité....38, 58
Évaluation de la ressource solaire et des besoins thermiques....9, 10, 19, 21
Exonération et indemnisation....93

F

Facteur d'émissions de GES....74, 76, 77, 78
Facteur d'émissions de GES de référence....78
Facteur d'émissions de GES du cas proposé....78
Facteur d'émissions du CO2, CH4 et N2O....71, 72, 74, 75, 77
Fenêtre testée - CARS....30
Fenêtre testée - Valeur U....30
Fenêtre utilisée - CARS....30
Fenêtre utilisée - Valeur U....30
Fenêtres de référence....28, 43
Fenêtres du cas de référence....11, 13, 31
Fenêtres du cas proposé....11, 17, 31
Fenêtres proposées....43
Feuilles de calcul vierges (3)....9, 66
Flux monétaires annuels....49, 65
Formation et aide....92
Frais annuels....47, 55, 59, 82
Frais annuels (crédits)....47
Frais annuels et dette....59
Frais généraux....46
Frais imprévus....46
Frais liés à la puissance souscrite....53

G

Gains internes....25
Gains solaires annuels de toutes les fenêtres....27
Gains solaires annuels utiles au chauffage....27
Graphique de distribution....87
Graphique de l'intervalle de confiance....87
Graphique des flux monétaires cumulatifs....49, 66
Graphique d'impact....85

H

Hauteur....29

I

Imprimer un fichier....8
Information générale....67, 68
Infrastructures connexes....44, 59

L

Largeur....29
Latitude du lieu du projet....21
Lieu du projet....10, 49, 68, 80

M

Masse thermique du bâtiment....24
Maximum de l'intervalle de confiance....86
Médiane....86
Méthode d'amortissement....56
Méthode d'entrée des coûts....32, 42, 43
Minimum de l'intervalle de confiance....86
Mode de production....70
Modèle énergétique....9, 10, 13, 27, 28, 31, 32, 42, 45, 47, 49, 50, 51, 52, 68, 69, 74, 76, 78, 79, 80
Modèle pour projets de chauffage solaire passif....9
Montant étranger....36, 37, 38, 91
Moyenne mensuelle du rayonnement quotidien sur l'horizontale....26

N

Niveau de risque....86
Niveau d'isolation thermique....25
Nom du projet....10, 49, 68, 79

O

Options monétaires....6
Organigramme....4
Orientation....22, 28
Orientation de la façade (côté avant)....22

P

Paiements de la dette....60, 65
Paiements de la dette - durée de l'emprunt....60
Paramètres du système....11
Paramètres financiers....49, 51
Période d'amortissement....57
Personnalisé....68, 70, 75
Pertes de transport et de distribution....69, 73
Plage de sensibilité....80

Portion ombragée de fenêtre en été....17
Portion ombragée de fenêtre en hiver....16
Potentiel de réchauffement planétaire des GES....68
Prix de détail de l'électricité....50, 52
Production annuelle d'énergie....18, 45
Production d'énergie en été....19
Production d'énergie en hiver....18
Proportion des modes....71
Proportion des sources d'énergie....74, 76
Puissance souscrite supplémentaire....47, 50

Q

Quantité....29, 39, 41, 44, 45, 47, 48

R

Ratio avantages-coûts....64
Ratio d'endettement....54, 83
Rayonnement solaire annuel (horizontale)....10
Rayonnement solaire annuel sur toutes les fenêtres.27
Recouvrement de la dette....65
Réduction annuelle d'émissions de GES....78
Réduction de la charge de pointe en chauffage .19, 45
Réduction de la charge de pointe en climatisation...19
Réduction de la demande en chauffage....26
Réduction de la demande en climatisation....26
Réduction nette de la demande en chauffage....18
Réduction nette de la demande en climatisation....19
Réduction nette d'émissions de GES....51
Réduction nette d'émissions de GES - durée de vie du projet....51
Réduction nette d'émissions de GES - durée du crédit....51
Réduction nette des pertes par les fenêtres....18
Rendement de conversion....72, 73, 76, 77
Rendement saisonnier du système de chauffage....12
Report des pertes?....55
Réseau électrique de référence (niveau de référence)....67, 69
Retour simple....62

S

Sauvegarder un fichier....7
Seuil....80
Sommaire des caractéristiques des fenêtres.28, 29, 31
Sommaire des caractéristiques du site....27
Sommaire des réductions d'émissions de GES ..67, 77
Sommaire financier...9, 11, 49, 51, 57, 61, 65, 66, 67, 68, 78, 81, 82, 83, 84, 86
Source d'énergie....11, 74, 76
Source d'énergie de chauffage....11
Standard....68
Station météorologique la plus proche du projet....21
Surcoût des dispositifs d'ombrage....45
Surface....15, 24, 29, 31, 89
Surface de fenêtre par côté du bâtiment....15
Surface de planchers....24
Surveillance des travaux....41
Système CVAC de référence....11
Système de chauffage et de climatisation de référence....67, 74, 78
Système de chauffage et de climatisation proposé (projet)....76

T

Taux d'actualisation....53
Taux d'amortissement....57
Taux d'imposition sur le revenu....55
Taux d'indexation de l'énergie....53
Taux d'indexation du crédit pour GES....52
Taux d'inflation....53
Taux d'intérêt sur la dette....54, 83
Température extérieure de calcul en chauffage .19, 23
Température extérieure de calcul en climatisation .19, 24
Température moyenne annuelle....10
Température moyenne mensuelle....26
Total des besoins thermiques économisés....27
TRI et RI après impôt....80, 81
Type....28, 33, 68, 70, 88
Type d'analyse....33, 68, 70

U

Unités, symboles et préfixes....7
Utiliser la feuille Analyse des GES?....68
Utiliser la feuille Caractéristiques des fenêtres? 13, 42
Utiliser la feuille d'analyse de sensibilité?....79

V

Valeur actualisée nette (VAN)....63
Valeur résiduelle - Coût/Crédit....61
Valeur résiduelle du projet....48, 56
Valeur U....14, 31
Valeur U des fenêtres....14